UNIVERSITATEA ECOLOGICĂ DIN BUCUREŞTI

FACULTATEA DE ECOLOGIE ŞI PROTECȚIA MEDIULUI

Lector dr. FINICA IVANOV

ENTOMOLOGIE ŞI COMBATERE INTEGRATĂ

SUPORT DE CURS

2013

CUPRINS

1. NOȚIUNI INTRODUCTIVE..4

1.1. Obiectul de studiu al entomologiei aplicate..4

1.2. Insectele – încadrare sistematică, diagnoză..5

2. IMPORTANȚA INSECTELOR...6

3. MORFOLOGIA EXTERNĂ A INSECTELOR 11

4. ORGANIZAȚIA INTERNĂ A INSECTELOR..20

5. REPRODUCEREA ŞI DEZVOLTAREA INSECTELOR..27

5.1. Reproducerea insectelor...27

5.2. Dezvoltarea insectelor 30

6. SISTEMATICA INSECTELOR 35

7. ECOLOGIA INSECTELOR 40

8. INSECTELE CA DĂUNĂTORI..46

8.1. Definirea organismelor dăunătoare..46

8.2. Categorii de dăunători..46

8.3. Categorii de insecte dăunătoare plantelor, tipuri de dăunări..........................47

8.4. Estimarea daunelor şi pagubelor 50

8.5. Depistarea insectelor dăunătoare plantelor..50

9. CONTROLUL POPULAȚIILOR DE INSECTE DĂUNĂTOARE...........................51

9.1. Controlul natural al populațiilor de insecte 51

9.2. Contextul actual...51

9.3. Modificarea structurii ecosistemelor sub impactul antropizării 52

9.4. Agroecosistemele – sisteme ecologice antropizate 54

10. COMBATEREA INTEGRATĂ...56

10.1. Managementul integrat al dăunătorilor (Integrated Pest Management – IPM) – context, definiție, scop 56

10.2. Analiza istorică a managementului integrat al dăunătorilor.........................58

10.3. Principiile combaterii integrate a dăunătorilor...60

11. COMPONENTELE CONTROLULUI INTEGRAT AL POPULAȚIILOR DE INSECTE DĂUNĂTOARE...63

11.1. Metode preventive şi agrofitotehnice sau culturale..63

11.2. Metode mecanice..68

11.3. Metode fizice 69

11.4. Metode biologice 70

11.5. Metode chimice 71
12. METODE BIOLOGICE DE CONTROL A DĂUNĂTORILOR 73
12.1. Utilizarea insectelor parazite şi prădătoare (zoofagilor) 73
12.2. Utilizarea organismelor fitofage în controlul populațiilor unor plante spontane 74
12.3. Utilizarea patogenilor (virusuri, bacterii, ciuperci, protozoare) 74
12.4. Metoda hormonală 76
12.5. Metoda genetică sau autocidă 78
12.6. Selectarea şi utilizarea de soiuri şi hibrizi de plante cu rezistență la atacul dăunătorilor 80
12.7. Crearea şi introducerea în cultură a plantelor transgenice 81
13. METODE CHIMICE DE CONTROL A DĂUNĂTORILOR 83
13.1. Istoricul folosirii pesticidelor 83
13.2. Clasificarea pesticidelor 85
13.3. Dezavantajele metodelor chimice 86
13.4. Metode chimice – direcții de studiu 87
14. PROGNOZA ŞI AVERTIZAREA 89
BIBLIOGRAFIE 95

1. NOȚIUNI INTRODUCTIVE

Scopul cursului: cunoaşterea biologiei, ecologiei şi sistematicii insectelor, în vederea înțelegerii principiilor managementului integrat al dăunătorilor şi componentelor controlului integrat al populațiilor de insecte dăunătoare.

Obiectivele cursului:

- *Dezvoltarea capacității de a utiliza în contextul protecției mediului termeni şi noțiuni specifice entomologiei şi managementului integrat al dăunătorilor.*
- *Cunoaşterea organizării corpului la insecte, a reproducerii, dezvoltării, ciclului de viață şi ecologiei insectelor, a importanței insectelor în natură, pentru sănătatea şi economia umană.*
- *Înțelegerea principiilor managementului integrat al dăunătorilor.*
- *Cunoaşterea componentelor controlului integrat al populațiilor de insecte dăunătoare.*

1.1. Obiectul de studiu al entomologiei aplicate

Entomologia este ştiința care se ocupă cu studiul insectelor. Ramurile entomologiei sunt:

- *Entomologia generală*, care studiază morfologia externă, organizația internă, funcțiile (de relație, de nutriție, de reproducere), creşterea şi dezvoltarea, sistematica, comportamentul, evoluția şi ecologia insectelor, precum şi importanța acestora în natură şi pentru sănătatea şi economia umană;
- *Entomologia aplicată*, care studiază biologia şi ecologia insectelor dăunătoare şi utile omului; are ca subramuri:
    - *Entomologia agricolă,*
    - *Entomologia forestieră,*

- *Entomologia medicală,*
- *Entomologia veterinară,*
- *Apicultura,*
- *Sericicultura,*
- *Controlul biologic şi integrat al insectelor dăunătoare.*

1.2. Insectele – încadrare sistematică, diagnoză

Încadrare sistematică:

- Regnul **Animalia**
- Filum **Arthropoda** (gr. *arthron* = articulație, *podos* = picior)
- Subfilum **Mandibulata (Uniramia)**
- Clasa **Hexapoda** sau **Insecta** (gr. *hexa* = şase, *podos* = picior; lat. *insectus* = divizat, segmentat)

Diagnoză:

- Este cel mai divers şi mai numeros grup de animale;
- Reprezintă aproximativ 55% din numărul total de specii de organisme cunoscute;
- Corpul este segmentat heteronom şi acoperit de o cuticulă chitinoasă;
- Prezintă apendice perechi, formate din segmente mobil articulate;
- Corpul este format din 3 regiuni: cap, torace şi abdomen;
- Apendicele toracice sunt reprezentate în stadiul adult prin 3 perechi de picioare şi 2 perechi de aripi;
- Sistemul respirator este alcătuit din tuburi traheene;
- Au fost descris peste 1 milion de specii de insecte, care sunt încadrate în 29-32 ordine.

2. IMPORTANȚA INSECTELOR

Insectele prezintă importanță atât în economia naturii, fiind componente importante ale ecosistemelor terestre şi acvatice (mai ales de apă dulce), cât şi pentru sănătatea şi economia umană.

Importanța insectelor în natură

1. Insectele au reprezentat unul din factorii determinanți ce au condus la actuala structură a vieții pe Pământ, în principal datorită:

- coevoluției (evoluției corelate) insectelor fitofage cu plantele ca sursă de hrană;
- coevoluției insectelor antofile cu plantele entomofile; *insectele antofile* sunt insectele care vizitează florile, contribuind la realizarea polenizării încrucişate; *plantele entomofile* sunt plantele care au adaptări speciale, pentru a atrage insectele ce le asigură polenizarea;
- coevoluției speciilor parazite şi prădătoare cu organismele care le servesc drept gazdă sau pradă;
- relațiilor de mutualism pe care le realizează cu unele bacterii, ciuperci, protozoare, virusuri; *mutualismul* reprezintă o relație obligatorie între două specii, cu avantaj reciproc;
- relațiilor de comensalism pe care le realizează cu alte categorii de organisme; *comensalismul* reprezintă o relație între indivizii a două specii, obligatorie şi favorabilă pentru comensal, fără a afecta partenerul, de la care utilizează resturi de hrană.

2. Populațiile diferitelor specii de insecte sunt verigi importante ale circuitelor trofice în majoritatea ecosistemelor, deoarece:

- insectele sunt reprezentate în natură printr-un număr extrem de mare de specii şi exemplare;

- insectele ocupă de obicei spații reduse, care sunt inaccesibile animalelor de dimensiuni mai mari;
- insectele utilizează resurse extrem de variate de hrană şi reprezintă, la rândul lor, o sursă importantă de hrană pentru numeroase alte categorii de organisme.

3. Din punct de vedere trofic, insectele se încadrează în toate categoriile de consumatori. În funcție de natura hranei consumate, se deosebesc următoarele categorii de insecte:

- *insecte fitofage*, care consumă diferite părți ale plantelor - frunze (*filofage*), lemn (*xilofage*), rădăcini (*rizofage*), semințe (*seminifage*), polen (*polinivore*) - sau sug nectarul (*nectarivore*) sau seva plantelor;
- *insecte zoofage,* care se hrănesc pe seama altor animale; în această categorie trofică se disting:
  - *insectele parazite*, care în stadiul adult sau ca adulți şi larve, trăiesc pe corpul altor animale, ca ectoparazite, sau în interiorul corpului acestora (mai rar), ca endoparazite;
  - *insecte parazitoide*, care sunt parazite numai ca larve, în corpul altor animale;
  - *insecte prădătoare*, care ca adulți sau/ şi larve prind şi consumă alte organisme animale; când hrana insectelor parazitoide şi prădătoare este reprezentată de alte specii de insecte, acestea se numesc *entomofage.*
- *insecte omnivore,* care consumă atât produse de origine animală cât şi produse de origine vegetală;
- *insecte detritofage,* care se hrănesc cu fragmente de material organic rezultat din fărâmițarea şi descompunerea parțială a plantelor şi animalelor moarte, inclusiv cu descompunătorii (bacterii şi ciuperci) instalați pe aceste produse;
- *insecte coprofage,* care consumă dejecțiile animalelor;
- *insecte necrofage,* care trăiesc pe seama cadavrelor diferitelor animale sau a unor produse de origine animală din locuințe, colecții, muzee (păr, puf, pene).

4. Populațiile de insecte au un rol esențial în realizarea funcțiilor ecosistemelor în care sunt integrate:

- reciclarea nutrienților, prin degradarea materiei organice moarte vegetale (frunzele şi lemnul mort), dispersia ciupercilor, consumul de cadavre şi dejecții animale, participarea la formarea solului;
- realizarea fluxului de energie, prin aceea că reprezintă verigi ale rețelelor trofice din ecosistemele terestre şi acvatice;
- autoreglarea stărilor ecosistemului:
  - menținerea structurii comunităților de animale, prin transmiterea de boli, prin consumul şi parazitarea animalelor;
  - menținerea compoziției şi structurii comunităților de plante, ca rezultat al fitofagiei.

5. Unele insecte sunt considerate specii „cheie”, deoarece prin funcțiile pe care le îndeplinesc în cadrul ecosistemelor au un rol hotărâtor în funcționarea acestora; pierderea funcțiilor respective determină dereglări la nivelul întregului sistem. Exemple de specii „cheie” de insecte:
   - termitele, care au un rol cheie în formarea solurilor din regiunile tropicale prin convertirea celulozei;
   - larvele de insecte acvatice, care participă la descompunerea necromasei vegetale (frunzele şi lemnul mort) pătrunse din ecosistemele terestre învecinate.

Importanța insectelor pentru sănătatea şi economia omului

Din punctul de vedere al omului, speciile de insecte se pot grupa astfel:

- insecte care aduc prejudicii sănătății şi economiei umane, fiind considerate de acesta ca *dăunătoare*;
- insecte folositoare omului prin produsele sau prin acțiunea lor;
- insecte considerate indiferente.

În funcție de prejudiciile aduse economiei sau sănătății umane, se deosebesc următoarele *categorii de insecte dăunătoare*:

- insectele dăunătoare plantelor cultivate, pădurilor, produselor vegetale depozitate, lemnului din construcții etc.;

- insecte dăunătoare produselor de origine animală (obiecte din lână, pene, blănuri, insecte, păsări, mamifere din colecții, carne conservată, brânză etc.);
- insecte parazite la om şi animalele de interes economic (păsări şi mamifere domestice, albina, viermele de mătase);
- insecte vectoare pentru diferiți agenți infecțioşi (bacterii, ciuperci, virusuri) şi parazitari (specii de protozoare şi viermi);
- insecte veninoase;
- insecte gazde intermediare sau definitive pentru unii paraziți (protozoare, viermi);
- insecte generatoare de disconfort.

Printre *insectele parazite la om şi animalele de interes economic* se numără păduchii (ordinul Phthiraptera), puricii (ordinul Siphonaptera), ploşnițele de pat (ordinul Heteroptera, familia Cimicidae), muştele şi țânțari (ordinul Diptera).

Insectele vectoare transmit o serie de boli grave, la om, animalele de interes economic şi plante şi sunt reprezentate de muştele şi țânțari (ordinul Diptera), ploşnițe (ordinul Heteroptera), gândaci de bucătărie (ordinul Blattaria), păduchi (ordinul Phthiraptera), purici (ordinul Siphonaptera) etc..

Speciile de *insecte utile omului prin produsele lor*:
- albina (*Apis mellifera*), de la care se folosesc diferite produse: mierea, polenul, ceara, lăptişorul de matcă, propolisul etc.;
- viermele de mătase (*Bombyx mori*) - din coconii pupali se extrage mătasea ”naturală”, utilizată în industria textilă;
- unele specii de Homoptera (pureci şi păduchi de plante) de la care se colectează ceară, se obține lac sau se extrag coloranți;
- unele insecte (termite, furnici, lăcuste, larve şi crisalide de lepidoptere, larve de coleoptere etc.) şi produse ale acestora (mierea, dejecțiile unor homoptere) sunt folosite în alimentația omului şi a unor animale (animalele de laborator, peştii din acvarii);
- insectele conțin o gamă largă de compuşi chimici, dintre care unii sunt extraşi sau sintetizați şi folosiți în diferite scopuri. De exemplu diferite substanțe folosite în

practica medicală, feromonii şi hormonii extraşi din insecte sau analogii lor de sinteză, care sunt utilizați în controlul populațiilor de insecte dăunătoare.

Insecte utile omului prin acțiunea lor:

- *insectele polenizatoare*, care contribuie la creşterea producției la hectar în livezi şi diferite culturi agricole; cele mai importante sunt albina şi bondarii;
- *insectele prădătoare şi parazitoide*, care trăiesc pe seama altor organisme, considerate de om ca dăunătoare, fiind astfel factori biotici ai controlului populațiilor dăunătorilor;
- *insectele coprofage, necrofage şi detritofage*, care sunt folosite de om pentru eliberarea terenurilor deteriorate de dejecții şi introducerea în circuitul materiei a organismelor moarte;
- *insectele fitofage care distrug plantele considerate dăunătoare*;
- *insectele care trăiesc în sol*, permanent sau temporar, în diferite stadii de dezvoltare şi au rol în formarea solului.

3. MORFOLOGIA EXTERNĂ A INSECTELOR

Segmentele şi regiunile corpului

Corpul insectelor prezintă o segmentație heteronomă şi este acoperit cu o *cuticulă chitinoasă*, care formează un exoschelet, reînnoit periodic prin *năpârlire*. Cuticula nu are aceeaşi consistență, rezistență, elasticitate şi grosime pe tot corpul. În anumite zone cuticula este dură, groasă (sclerificată sau sclerotizată) şi formează plăci rigide, numite *sclerite*, iar în altele, îndeosebi în regiunea articulațiilor, este moale, flexibilă şi subțire.

Segmentele corpului (maximum 21) sunt grupate în 3 regiuni (sau *tagmata*): *cap*, *torace* şi *abdomen*.

Capul rezultă din fuzionarea acronului (lobul cefalic primitiv) cu primele 6 segmente ale corpului, ale căror limite se disting doar în stadiul embrionar. La nivelul capului există *sclerite* unite prin suturi, care alcătuiesc *capsula cefalică*. Deschiderea posterioară a capsulei cefalice poartă denumirea de *foramen occipital*.

În funcție de poziția axului longitudinal al capului față de axul longitudinal al corpului, capul poate fi:

- *prognat* (gr. *pro* = început; *gnathos* = fălci), cu axele una în continuarea celeilalte, întâlnit la speciile prădătoare (de ex. la coleopterele prădătoare din familia Carabidae, ordinul Coleoptera);
- *orthognat* sau *hypognat* (gr. *orthos* = drept; *hypo* = jos), cu axul capului perpendicular pe cel al corpului, întâlnit la speciile fitofage (de ex. la lăcuste, cosaşi etc.- ordinul Orthoptera), saprofage şi coprofage;
- *opistognat* (gr. *opisthé* = înapoi), cu capul întors ventral şi piesele bucale orientate către posterior, întâlnit la pureci şi păduchi de plante, cicade, afide etc. (ordinul Homoptera), ploşnițe de plante şi ploşnița de pat (ordinul Heteroptera).

Capul poartă organele de simț şi aparatul bucal. *Organele de simț cefalice* sunt:

- o pereche de *antene*;
- o pereche de *ochi compuşi* (fațetați) la adulți, formați dintr-un număr variabil de unități morfo-funcționale, numite *omatidii* (de ex. 30.000 la libelule – ordinul Odonata);
- 1-3 *oceli* (ochi simpli), situați pe vertex (creştetul capului), la insectele adulte şi larvele insectelor cu metamorfoză incompletă (hemimetabole);
- 2-12 perechi de *stemate* (ochi simpli laterali), la larvele de insecte cu metamorfoză completă (holometabole).

Antenele sunt apendice cefalice mobile, inserate pe frunte (*frons*), prezente la toate insectele, cu excepția ordinului *Protura.* Sunt formate din trei părți:

- *scapus* - segmentul bazal;
- *pedicel*;
- *flagel*, format din unul sau mai multe articole, numite *flagelomere*.

După formă, antenele pot fi:

- *aequales*, cu articolele unul în continuarea celuilalt, aproximativ identice ca formă (setiforme, filiforme, serate, moniliforme, unipectinate, bipectinate, penate);
- *inaequales*, cu articolele de forme şi mărimi diferite (măciucate, lamelate, fusiforme, aristate sau biramate);
- *geniculate*, cu flagelul formând un unghi de 90º cu scapul.

Rolul antenelor:

- *rol senzorial* - pe segmentele antenale se găsesc receptori (*sensile*) cu funcție senzitivă (tactilă, olfactivă, gustativă, baro-, higro- şi termoreceptoare);
- *funcție respiratorie* – de ex. la adulții coleopterului acvatic *Hydrophilus* (ordinul Coleoptera) ultimele 4 articole antenale lățite şi acoperite cu peri hidrofugi sunt scoase la suprafața apei şi folosite pentru a se crea un curent de aer către partea ventrală a corpului, unde se menține o peliculă de aer de rezervă pentru respirație;

- *funcție masticatoare* – de ex. la larvele tinere ale coleopterului *Hydrophilus* antenele sunt utilizate la masticarea prăzii, alături de mandibule;
- *funcție prehensilă* (de apucare) – de ex. la masculii de purici (ordinul Siphonaptera), la coleopterul *Meloe* (ordinul Coleopter) şi la multe insecte din ordinul Collembola antenele prehensile servesc la reținerea femelei în timpul acuplării; la dipterele Chaoborinae (ordinul Diptera) antenele prehensile sunt adaptate la prinderea prăzii.

De obicei, masculii au antenele mai complexe şi prevăzute cu numeroase sensile, îndeosebi olfactive, pentru perceperea feromonilor sexuali ai femelelor. La unele insecte parazitoide (parazite numai în stadiul larvar), femelele au antenele mai dezvoltate şi prevăzute cu sensile olfactive, pentru depistarea gazdei, în vederea depunerii ouălor (ovipoziției).

Aparatul bucal este alcătuit din piese bucale, situate în jurul orificiului bucal, care au rol prehensil (de apucare), de sfărâmare a alimentelor şi de introducere a acestora în tubul digestiv.

Un aparat bucal tipic este alcătuit din:
- *labrum* (buza superioară) - un sclerit anterior al capului;
- *epifarinx* - o cută mediană, impară, situată pe partea internă a labrului;
- o pereche de *mandibule* - piese compacte, de obicei bine dezvoltate, dure (sclerificate); au rol prehensil şi pentru rupt şi mestecat;
- o pereche de *maxile*, cu rol în mestecarea şi fărâmițarea hranei;
- *labium* (buza inferioară), cu rol în finisarea triturării (mărunțirii) şi împingerea hranei spre faringe;
- *hipofarinx* - o cută mediană impară, situată pe fața internă a labiumului.

Maxilele şi labiul poartă structuri cu rol senzorial, numite *palpi*. Pe piesele bucale, şi îndeosebi pe palpii labiali şi maxilari, se găsesc numeroşi receptori tactili, gustativi, olfactivi, termoreceptori, higroreceptori.

Piesele bucale sunt adaptate la regimuri alimentare diferite. Se deosebesc următoarele tipuri principale de aparat bucal: pentru *rupt şi mestecat* (de ex. la coleoptere – ordinul Coleoptera); pentru *rupt, supt şi lins* (de ex. la albină - *Apis mellifera* - ordinul Hymenoptera); pentru *înțepat şi supt* (de ex. la țânțari - ordinul Diptera); pentru *supt* (de ex. la fluturi – ordinul Lepidoptera); pentru *supt şi lins* (de ex. la musca de casă - *Musca domestica* - ordinul Diptera). La unele insecte (de ex. la ordinul Ephemeroptera) aparatul bucal este redus, nefuncțional.

În funcție de poziția aparatului bucal față de capsula cefalică, insectele pot fi:

- *entognate*, cu piesele bucale situate într-o cavitate a capsulei cefalice;
- *ectognate,* cu piesele bucale vizibile, dispuse la exteriorul capsulei cefalice.

Capul este articulat la torace printr-un *gât* membranos, caree se întinde de la foramenul occipital, până la primul segment toracic.

Toracele este alcătuit din 3 segmente: *protorace, mezotorace* şi *metatorace.* Fiecare din aceste segmente prezintă:

- o parte dorsală, numită *tergum* sau *notum,*
- o parte ventrală, numită *sternum,*
- 2 părți laterale, numite *pleure* (singular – *pleuron*).

Scleritele corespunzătoare acestora poartă denumirea de *tergite*, *sternite*, *pleurite*. Astfel:

- regiunea tergală a toracelui este formată din *pronotum*, *mezonotum* şi *metanotum*;
- regiunea sternală a toracelui este subdivizată în *prosternum*, *mezosternum* şi *metasternum*;
- regiunile pleurale ale toracelui cuprind *propleure*, *mezopleure* şi *metapleure*.

La unele insecte bune zburătoare mezotoracele este segmentul toracic cel mai dezvoltat sau mezo- şi metatoracele sunt contopite, formând un *pterotorace* sau *sintorace* (de ex. la libelule – ordinul Odonata).

Când aripile sunt absente, slab dezvoltate sau cele anterioare nu sunt utilizate la zbor (de ex. la coleoptere – ordinul Coleoptera), mezotoracele este mai redus, protoracele fiind segmentul cel mai dezvoltat.

Apendicele locomotorii toracice sunt picioarele şi aripile. *Picioarele*, în număr de 3 perechi, sunt situate câte o pereche pe fiecare segment toracic. Fiecare picior este format din 5 segmente:

- *coxa*, articolul bazal cu care piciorul se articulează în cavitățile coxale, situate între sternite şi pleure;
- *trohanterul*, o piesă mică ce face legătura între coxă şi femur;
- *femurul,* segmentul ce mai dezvoltat al piciorului; poate prezenta spini, peri etc.;
- *tibia*, lungă şi îngustă; poartă pinteni, spini etc.;
- *tarsul,* format din 1-5 articole, numite *tarsomere*; articolul bazal se numeşte *metatars*, iar cel distal *pretars* sau *distars*.

Ultimul articol tarsal (pretarsul) poartă 1-2 *gheare* (simple, bifide, pectinate sau dințate), între care se pot găsi formațiuni adezive: *arolium* (un lob median), *pulvili* (lobi situați la baza ghearelor), *empodium* (un păr situat între pulvili). La unele insecte, pe partea ventrală a segmentelor tarsale, există formațiuni asemănătoare pulvililor, numite *euplantule*. Pe tarse se găsesc receptori tactili, gustativi, olfactivi, termoreceptori şi higroreceptori.

În legătură cu modul de viață al insectelor, picioarele sunt adaptate pentru moduri diferite de locomoție (mers şi alergat, sărit, săpat, înot) şi pentru îndeplinirea altor funcții: apucat, curățat antenele, colectat polen.

Aripile, formațiuni prezente numai la insecte, dintre toate nevertebratele, sunt expansiuni tegumentare alcătuite din 2 membrane suprapuse, care în anumite locuri se îndepărtează şi se îngroaşă, formând *nervurile*, în care pătrund trahei, nervi şi hemolimfă.

Aripile sunt în număr de 2 perechi, situate pe mezo- şi metatorace şi inserate între tergum şi pleure. Excepție fac libelulele (ordinul Odonata) la care aripile sunt prinse dorsal, în regiunea mediană.

Nervurile pot fi longitudinale şi transversale şi delimitează porțiuni de aripă, numite „*celule*”. Dispoziția nervurilor (*nervația*) este foarte variată, dar caracteristică, fiind importantă în sistematica (clasificare) insectelor.

Aripile lipsesc la insectele primitive (grupul Apterygota), care prezintă un apterism primar şi la unele insecte primar aripate (grupul Pterygota), care prezintă un apterism secundar. La acestea din urmă, aripile au fost pierdute ca adaptare la viața parazitară (de ex. la păduchi – ordinul Phthiraptera, purecii – ordinul Siphonaptera), sedentară, subterană (castele sterile de la termite – ordinul Isoptera, furnici – familia Formicidae din ordinul Hymenoptera), cavernicolă, la altitudine mare sau pe insule oceanice izolate.

Aripile insectelor sunt foarte diferite ca formă, mărime, consistență şi nervație. Forma aripilor poate fi triunghiulară, dreptunghiulară, ovală etc. Cele 2 perechi de aripi pot fi asemănătoare ca structură (*homonome*) sau diferite (*heteronome*).

Aripile homonome pot fi *sticloase* (de ex. la libelule – ordinul Odonata) sau *membranoase* (de ex. la termite – ordinul Isoptera, albine, viespi, furnici etc. – ordinul Hymenoptera, fluturi – ordinul Lepidoptera).

În cazul aripilor heteronome, pot fi modificate aripile anterioare sau cele posterioare. Aripile anterioare pot fi:

- tari, sclerificate, numite *elitre,* la coleoptere (ordinul Coleoptera);
- *pieloase,* la urechelnițe (ordinul Dermaptera);
- pergamentoase, numite *tegmine*, la lăcuste, cosaşi etc. (ordinul Orthoptera), gândaci de bucătărie (ordinul Blattaria), călugărițe (ordinul Mantodea) etc.;
- cu partea bazală sclerificată şi cea distală membranoasă, numite *hemielitre,* la ploşnițe de plante, ploşnița de pat (ordinul Heteroptera);
- *apendice clavate,* la masculii insectelor din ordinul Strepsiptera.

La diptere (muşte şi țânțari – ordinul Diptera) aripile posterioare sunt reduse, au formă măciucată şi se numesc *balansiere* sau *haltere.* Balansierele sunt alcătuite din fascicule de nervuri şi sunt organe de echilibru în timpul zborului, stimulatoare şi reglatoare ale tonusului muşchilor picioarelor.

Pe aripi sunt prezenți numeroşi receptori: *mecanoreceptori*, care percep distorsiunea aripii, controlând stabilitatea acestora; *tensioreceptori* şi *organe cordotonale* (receptori mecanici de echilibru), situate la baza nervurilor. Pe suprafața aripilor se găsesc peri fini, peri deşi, solzi (la fluturi – ordinul Lepidoptera).

Abdomenul este format din maximum 11 segmente plus telsonul. Segmentele abdominale, ca şi cele toracice prezintă un sclerit dorsal, numit *tergit*, unul ventral, numit *sternit* şi 2 *pleure*, membranoase.

În funcție de modul de prindere de torace, abdomenul poate fi:

- *sesil*, când se prinde de torace printr-o bază lată (de ex. la gândacii de bucătărie – ordinul Blattaria, coleoptere – ordinul Coleoptera, urechelnițe – ordinul Dermaptera);
- *suspendat*, când se prinde de torace printr-o bază îngustă (de ex. la viespi - himenoptere din suprafamilia Vespoidea);
- *pețiolat*, când se prinde de torace prin 1-2 segmente abdominale îngustate, care alcătuiesc pețiolul (de ex. la furnici – himenoptere din familia Formicidae).

În general, primele 7 segmente abdominale ale adultului, numite *segmentele pregenitale,* sunt asemănătoare ca structură şi nu prezintă apendice. Excepție fac unele insecte primar nearipate (grupul Apterigota), precum cele din ordinele Diplura şi Thysanura, care prezintă pe partea ventrală a segmentelor abdominale rudimente de apendice, numite *stili* şi *vezicule coxale*. La unele larve şi nimfe acvatice, segmentele abdominale poartă lateral expansiuni tegumentare străbătute de trahei, numite *traheobranhii*.

Segmentele abdominale 8 şi 9 formează *regiunea genitală*. Segmentul abdominal 10 este vizibil ca segment complet numai la insectele primitive, dar întotdeauna este lipsit de apendice. Segmentul abdominal 11 este reprezentat printr-o placă dorsală, numită *epiproct*, derivată din tergum şi două plăci ventrale, numite *paraprocte,* derivate din sternum, între care se deschide anusul.

Pe segmentul abdominal 11, lateral, se articulează o pereche de apendice, numite *cerci*, care în general sunt filamentoase şi pluriarticulate. La unele insecte, cercii se pot întări sau sclerifica (de ex. la urechelnițe - ordinul Dermaptera), având rol defensiv sau se pot reduce. La unele ordine de insecte (Thysanura, Ephemeroptera), între cerci se află o formațiune asemănătoare acestora, numită *filament caudal*. Pe cerci şi pe filamentul caudal se găsesc receptori tactili, termoreceptori, higroreceptori.

Apendicele de pe segmentele genitale, numite *gonopode* şi *gonapofize*, alcătuiesc *armătura genitală externă,* care este implicată în copulație (la mascul) sau depunerea ouălor (la femelă). Armătura genitală a insectelor este foarte diversă ca formă, iar la multe specii prezintă importanță taxonomică (în identificarea speciilor).

La femelă, armătura genitală externă este utilizată pentru depunerea ouălor (ovipoziție). La majoritatea insectelor, femelele prezintă un organ tubular, numit *ovipozitor,* format fie pe seama segmentelor abdominale 8 şi 9, fie pe seama ultimelor segmente abdominale, extensibile (ovipozitor telescopic). Orificiul genital femel se deschide pe sau înapoia segmentelor 8 sau 9, direct la exterior sau între tecile ovipozitorului.

La unele insecte, ovipozitorul lipseşte sau este rudimentar (de ex. la păduchi – ordinul Phthiraptera). La unele himenoptere (viespi, albine, furnici), ovipozitorul este transformat în *aparat vulnerant* ("ac"), aflat în legătură cu glande producătoare de venin, iar ouăle sunt eliminate pe la baza acului.

La mascul, armătura genitală externă include un *organ copulator,* pentru transferul spermatozoizilor, şi, adesea, structuri cu ajutorul cărora masculul se prinde de femelă şi o

reține în timpul acuplării; prezintă importanță taxonomică mai mare deoarece are o structură mai complexă decât cea de la femelă.

Larvele unor grupe de insecte (de ex. fluturi - ordinul Lepidoptera) prezintă apendice abdominale locomotorii, situate ventral şi numite *pedes spurii* (gr. *pous*, *podos* = picior, *spurii* = fals). Acestea sunt apendice perechi, nearticulate, membranoase, care comunică cu cavitatea corpului (hemocelul) şi poartă terminal şiruri sau coroane de croşete chitinoase.

Corpul insectelor poate fi acoperit cu peri scurți sau lungi, rari sau deşi, uneori şi cu solzi, cu rol protector; unii dintre peri sunt tactili sau glandulari.

4. ORGANIZAȚIA INTERNĂ A INSECTELOR

Tegumentul insectelor este format din epiderm unistratificat şi *cuticulă*. Cuticula este o formațiune fără structură celulară, secretată de epiderm. Este dispusă atât la exterior, deasupra epidermului, cât şi în interiorul corpului: la nivelul regiunii anterioare şi posterioare a tubului digestiv, la nivelul tuburilor traheene şi la nivelul porțiunii terminale a conductelor genitale.

Consistența, rezistența, elasticitatea şi grosimea cuticulei nu sunt aceleaşi pe tot corpul. În anumite zone cuticula este dură, groasă şi formează plăci rigide, numite *sclerite*, iar în altele, şi îndeosebi în regiunea articulațiilor, cuticula este moale, flexibilă şi subțire. Ca şi la alte artropode, la insecte cuticula conține îndeosebi *chitină* şi *proteine de impregnare* (90% din conținutul organic al cuticulei), dar şi substanțe fenolice, pigmenți, compuşi minerali (săruri de calciu şi de magneziu).

Cuticula este formată din două straturi principale:

- *epicuticula*, dispusă la exterior; conține îndeosebi lipide;
- *procuticula*, care conține chitină şi proteine de impregnare şi este formată din *exocuticulă* şi *endocuticulă*.

Chitina, care este un polizaharid azotat, se leagă covalent de anumite proteine, precum *sclerotina* şi *resilina*, formând complexe glicoproteice. Când chitina se leagă de *sclerotină*, cuticula este inflexibilă, dură, iar când se leagă de *resilină*, cuticula este suplă (de ex. în regiunile articulare). De aceea, este mai corect ca o piesă cuticulară mai rigidă să fie denumită *sclerificată* (*sclerotizată*) şi nu chitinizată.

Chitina este o substanță rigidă, permeabilă pentru aer, dar aproape impermeabilă pentru apă. Este insolubilă în solvenți organici uzuali şi acizi diluați, fiind dizolvată numai de acizii puternic concentrați şi de hipocloritul de sodiu.

Tegumentul formează *fanere epidermice*, care pot fi produse de epicuticulă (mici inegalități superficiale), de exocuticulă (spini, peri sau *microtrichi*, granulații, noduli, tuberculi, riduri, creste), de epiderm împreună cu cuticula (invaginări - *apodeme* şi *tendoane*, care servesc ca puncte de inserție pentru muşchi şi evaginări - *apofize*) sau de anumite celule epidermice (peri sau *macrotrichi*, solzi, pinteni, gheare). La insecte există şi peri senzoriali, veninoşi sau glandulari.

Se consideră că toate celulele epidermice au activitate secretoare. Printre substanțele produse de aceste celule se numără componentele cuticulei, ceara (produsă de glandele ceriere), lacul (produs de glandele laccipare), veninul (produs de glandele veninoase), mătasea (produsă de glandele sericigene), feromonii (sexuali, de alarmă, de agregare, de marcare), substanțele repelente, defensive. Produsul de secreție al celulelor epidermice

Cuticula îndeplineşte mai multe funcții:

- formează un *exoschelet*, care protejează organele interne;
- oferă puncte de inserție pentru muşchi, prin formarea de invaginări cuticulare - *apodeme* şi *tendoane*, care alcătuiesc un *endoschelet*;
- are rol în respirație, prin permeabilitatea sa pentru aer şi prin susținerea lumenului tuburilor traheene;
- contribuie la menținerea balanței hidrice, prin impermeabilitatea sa;
- participă la formarea fanerelor şi glandelor epidermice, a receptorilor tegumentari, a culorii chimice sau fizice a insectelor;
- are rol în termoreglare, ca urmare a reflectării razelor solare de către lipidele din structura epicuticulei.

Sistemul muscular este alcătuit din muşchi striați, care sunt grupați în *muşchi somatici* (cefalici, toracici, abdominali) şi *muşchi viscerali*, care intră în structura organelor interne.

Sistemul nervos este alcătuit dintr-un *sistem nervos somatic* şi un *sistem nervos vegetativ*, fiecare cu o componentă centrală şi una periferică. Sistemul nervos somatic central este situat ventral şi alcătuit dintr-o serie de perechi de ganglioni uniţi între ei intrasegmentar, prin *comisuri* şi intersegmentar, prin perechi de *conective*. În mod primitiv există o pereche de ganglioni pentru fiecare segment al corpului, dar de obicei în segmentele toracice şi abdominale ganglionii din fiecare pereche sunt fuzionaţi într-o structură nervoasă unică, iar ganglionii din segmentele cefalice sunt fuzionaţi într-o *masă nervoasă supraesofagiană* (*creier*) şi o *masă nervoasă subesofagiană*. Ganglionii toracici şi abdominali formează *lanţul nervos ventral*.

Masa nervoasă supraesofagiană este formată din 3 perechi de ganglioni care alcătuiesc:

- *protocerebronul* (creierul anterior), care inervează ochii,
- *deutocerebronul* (creierul mijlociu), care inervează antenele,
- *tritocerebronul* (creierul posterior), care inervează faţa şi labrum (buza superioară) şi primeşte informaţii de la nivelul corpului.

Masa nervoasă subesofagiană este alcătuită din 3 perechi de ganglioni - *mandibulari*, *maxilari*, *labiali* şi inervează mandibulele, maxilele, labiumul şi organele asociate acestora.

Organele de simţ sunt reprezentate prin:

- *ochi compuşi* (*faţetaţi*), pereche, situaţi pe părţile laterale ale capului;
- *ochi simpli* (*oceli*), situaţi pe creştetul capului (vertex) şi *stemate* sau ochi simpli laterali;
- *sensile tactile, olfactive* şi *gustative,* situate mai ales pe antene, piesele bucale (palpii maxilari şi labiali), tarsele picioarelor;
- *organul auzului,* numit şi *organul timpanal*, întâlnit numai la speciile care produc sunete; la cosaşi şi greieri organul timpanal este situat pe tibiile picioarelor anterioare, iar la lăcuste pe laturile primului segment abdominal. O*rganele stridulante,* care produc sunete în scopul atragerii partenerului sunt proprii numai masculilor. Cosaşii şi greierii realizează stridulaţii prin frecarea tegminelor

(aripilor anterioare) între ele, iar lăcustele prin frecarea femurelor cu tegminele.

- *organe cordotonale*, care sunt receptori mecanici de echilibru, situați pe picioare, antene, aripi etc.
- *termoreceptori, higroreceptori, presoreceptori.*

Sistemul endocrin este alcătuit *centrii neuronali*, *neuroglandulari* sau *glandulari,* care produc substanțe chimice, numite *hormoni,* ce sunt transportați prin hemolimfă şi influențează o gamă variată de procese fiziologice. Componentele sistemului endocrin sunt *celulele neurosecretorii* (*neuroendocrine*), *corpora cardiaca,, glandele protoracice* şi *corpora allata*.

Celulele neurosecretorii (*neuroendocrine*) sunt neuroni modificați, răspândiți în întreg sistemul nervos, care secretă majoritatea hormonilor cunoscuți la insecte, cu excepția ecdyzonului şi hormonilor juvenili.

Corpora cardiaca este un organ neuroglandular pereche, care stochează şi eliberează *hormonul protoracotrop*, secretat de celulele neuroendocrine ale creierului. Hormonul protoracotrop stimulează activitatea secretoare a glandelor protoracice.

Glandele protoracice sunt organe glandulare pereche, care secretă *ecdyzonul,* un hormon ce controlează procesul de năpârlire.

Corpora allata este un organ glandular pereche, care secretă *hormonul juvenil,* ce reglează metamorfoza şi reproducerea.

Sistemul digestiv are rol în stocarea hranei, digestia şi absorbția nutrienților, precum şi în excreția substanțelor rezultate în urma metabolismului. Este alcătuit din *tub digestiv* şi *organe anex*e.

Tubul digestiv este format din trei regiuni:

- intestinul anterior (*stomodeum*), alcătuit din *cavitate bucală, faringe, esofag, guşă* şi *proventricul* (stomac triturator); are rol în ingerarea, stocarea, triturarea

(mărunțirea) şi transportul hranei; guşa este dezvoltată la insectele sugătoare, unde serveşte ca rezervor de hrană;

- intestinul mediu (*mezenteron*), care constituie *stomacul propriu-zis,* unde are loc digestia şi absorbția nutrienților;
- intestinul posterior (*proctodeum*), alcătuit din *pilor, ileum, colon* şi *rectum,* prevăzut cu papile rectale; are rol în absorbția apei, sărurilor minerale şi a altor substanțe utile (de ex. aminoacizi) din fecale şi urină.

Glandele anexe ale tubului digestiv sunt reprezentate prin:

- 2-3 perechi de *glande salivare*, situate în torace;
- *cecumurile gastrice*, care se deschid în regiunea anterioară a mezenteronului şi secretă enzime digestive;
- *tubii Malpighi*, care sunt componente ale aparatului excretor şi se deschid la nivelul proctodeumului.

Sistemul circulator este deschis către cavitatea corpului, numită *hemocel* şi este alcătuit din puține vase şi compartimente, care au rolul de a direcționa circulația *hemolimfei* (lichidului circulant). Aceasta circulă printr-un *vas dorsal*, închis posterior şi deschis anterior şi prin hemocel, în jurul organelor interne. Partea anterioară a vasului dorsal formează *aorta*, care se deschide la baza capului sau în cap, iar partea posterioară formează *inima*. Aceasta este alcătuită din cămăruțe, numite *ventriculite*, care comunică cu cavitatea corpului prin orificii prevăzute cu valvule, numite *ostiole*. Inima este suspendată în partea dorsală a abdomenului de *muşchi aliformi*, triunghiulari, care se prind cu baza de pereții ventriculitelor şi cu vârful de peretele corpului.

Sistemul respirator este de *tip traheal*, fiind format din tuburi de origine ectodermică, numite *trahei*. Acestea sunt invaginări ale ectodermului, care se ramifică din ce în ce mai mult în tot corpul, ducând oxigen la fiecare celulă în parte. Ultimele ramificații ale tuburilor traheene se numesc *traheole* şi au diametrul de 1 μ, şi chiar mai mic. Traheile au în interior o cuticulă, a cărei epicuticulă formează o spirală, numită *tenidie*. Aceasta are rolul de a asigura elasticitatea traheilor şi de a menține lumenul acestora permanent deschis.

Sistemul respirator se deschide la exterior prin orificii, numite *stigme* sau *spiracule*, situate, în general, pe laturile corpului, la nivelul pleurelor. În mod primitiv există o pereche de spiracule pe fiecare segment postcefalic. Insectele actuale nu au mai mult de 10 perechi de stigme (2 toracice şi 8 abdominale), majoritatea având 8 sau 9 perechi.

Acest sistem respirator este caracteristic pentru insectele terestre. La unele larve acvatice şi la multe larve endoparazite, stigmele sunt absente, iar traheile sunt puternic ramificate şi formează la suprafața corpului o rețea. Aceasta acoperă întreaga suprafață a corpului, astfel încât schimburile de gaze respiratorii se realizează prin tegument, sau pătrunde în expansiuni tegumentare (filamente sau lamele), formând *traheobranhii*.

Sistemul excretor format din mai multe componente:

- *tuburile Malpighi*, care sunt diverticule intestinale deschise la nivelul proctodeumului;
- *celule pericardice*, dispuse în jurul inimii;
- *țesutul adipos* sau *corpul adipos*, situat sub tegument şi în jurul organelor interne;
- *celule speciale din pereții mezenteronului* sau *proctodeumului*.

Tuburile Malpighi preiau substanțele de excreție din hemocel şi le elimină, prin proctodeum, la exterior. Celelalte componente ale sistemului excretor au rol de rinichi de acumulare: rețin anumite substanțe de excreție (temporar sau permanent), le descompun în compuşi mai simpli şi le redau în hemolimfă, de unde sunt preluate de tuburile Malpighi.

Sistemul reproducător este alcătuit din: *gonade* (ovare sau testicule), *conducte genitale*, *glande genitale*, *organe anexe* şi *armătura genitală externă*.

Funcțiile principale ale sistemului genital femel sunt următoarele: producerea de ovule, de către ovare; secreția, de către glandele genitale, a unor substanțe care formează *ooteca* (formațiune în care sunt protejate ouăle) şi a unei substanțe adezive cu ajutorul căreia

ouăle sunt lipite de substrat; stocarea spermatozoizilor în organele anexe ale sistemului genital.

La mascul, funcțiile principale ale sistemului genital sunt producerea, stocarea şi transportul spermatozoizilor către gonoductul femel. Organele anexe ale sistemului genital mascul secretă substanțele ce intră în alcătuirea lichidului spermatic şi contribuie la formarea *spermatoforului* (formațiune proteică în care sunt incluşi spermatozoizii).

La insecte se observă diferențieri ale sexelor la maturitate, prin unele caractere sexuale secundare (mărimea şi culoarea corpului, reducerea aripilor etc.), particularități ce constituie *dimorfismul sexual*. Aceste caractere se împart în *caractere ornamentale* - diferențieri de culoare (de ex. la speciile diurne de fluturi - ordinul Lepidoptera), excrescențe (de ex. la coleopterul *Oryctes nasicornis*) sau dezvoltarea mandibulelor (de ex. la coleopterul *Lucanus cervus* – rădaşca) la masculi şi *caractere funcționale* - organe senzoriale mai dezvoltate (de ex. antenele la cărăbuşi – ordinul Coleoptera) la masculi, aripi rudimentare (de ex. la fluturele *Operophtera brumata*) sau absența aripilor şi picioarelor (de ex. la homopterele din familia Coccidae) la femele.

5. REPRODUCEREA ŞI DEZVOLTAREA INSECTELOR

5.1. Reproducerea insectelor

La majoritatea insectelor sexele sunt separate, reproducerea fiind bisexuată. Aceasta presupune participarea la reproducere a insectelor de sexe diferite: masculi şi femele. Există şi cazuri de *partenogeneză*, *poliembrionie*, *pedogeneză*, *neotenie* şi *hermafroditism*. La multe specii se întâlneşte o alternanță între generațiile partenogenetice şi cele bisexuale, în funcție de sezon şi cantitatea de hrană disponibilă.

La majoritatea insectelor, adulții abia apăruți au organele sexuale nedezvoltate, iar pentru atingerea maturității sexuale trebuie să parcurgă o perioadă de hrănire suplimentară, numită *perioadă preovipozitară*. Aceasta are o durată caracteristică pentru fiecare specie şi depinde de condițiile ecologice (cantitatea şi calitatea hranei, temperatura, umiditatea, lumină etc.). În perioada preovipozitară, unele specii de insecte pot produce pagube mari plantelor de cultură (de ex. gărgărița sfeclei - *Bothynoderes punctiventris,* gărgărița porumbului - *Tanymecus dilaticollis,* din ordinul Coleoptera).

La majoritatea speciilor de insecte, prezența armăturii genitale externe la mascul permite transferul direct al spermei la femelă în timpul copulației (împerecherii propriu-zise).

Cele mai multe specii de insecte sunt *ovipare*: femela depune ouă, care se dezvoltă în mediul extern. Majoritatea femelelor depun ouăle cu ajutorul unui *ovipozitor,* format fie din apendicele modificate ale segmentelor genitale, fie din ultimele segmente abdominale extensibile. La multe specii de insecte ouăle sunt eliminate împreună cu o secreție proteică, care le fixează de substrat. La altele ouăle sunt incluse într-o *ootecă,* care le protejează de deshidratare (de ex. la gândacii de bucătărie - ordinul Blattaria).

Totalitatea ouălor depuse de o femelă o singură dată sau în cursul vieții se numeşte *pontă*. De obicei, ouăle sunt depuse pe sau în apropierea sursei de hrană necesară larvelor/ nimfelor:

- pe frunze – *Euridema ornatum* (ordinul Heteroptera); *Leptinotarsa decemlineata* – gândacul de Colorado (ordinul Coleoptera), *Aporia crataegi, Pieris brassicae* – albinița (ordinul Lepidoptera);
- pe ramuri şi tulpini – *Malacosoma neustria, Cossus cossus* (ordinul Lepidoptera);
- pe fructe – *Cydia pomonella* (ordinul Lepidoptera);
- în frunze – *Athalia rosae* (ordinul Hymenoptera);
- în mugurii florali – *Anthonomus cintus* (ordinul Coleoptera);
- în fructe – *Rhynchites bacchus* (ordinul Coleoptera);
- în sol, liber - *Melolontha melolontha* – cărăbuşul de mai, *Anisoplia sp.* (ordinul Coleoptera) sau în ooteci - *Calliptamus italicus, Dociostaurus maroccanus* (ordinul Orthoptera);
- în ouăle, larvele sau pupele insectelor gazdă, în cazul speciilor parazitoide.

Numărul ouălor depuse de o insectă variază foarte mult în funcție de specie şi de condițiile ecologice (temperatură, umiditate, cantitatea şi calitatea hranei, paraziți etc.). Astfel, femelele păduchelui lânos (*Eriosoma lanigerum* - ordinul Homoptera) şi ale filoxerei (*Phylloxera vestatrix* - ordinul Homoptera) depun un singur ou; musca de Hessa (*Mayetiola destructor* - ordinul Diptera) depune până la 470 de ouă; buha semănăturilor (*Scotia segetum* - ordinul Lepidoptera) depune 1.200-1.800 ouă, în timp ce femelele gândacului de Colorado (*Leptinotarsa decemlineata* - ordinul Coleoptera) depun până la 3.000 ouă. Matca termitelor (ordinul Isoptera), depune într-o singură zi până la 30.000 ouă.

Ouăle pot fi depuse izolat, în mai multe grupe sau toate la un loc; de exemplu speciile de lepidoptere defoliatoare: la *Tortrix viridana* câte două, la *Lymantria monacha* în grupe mici, la *Malacosoma neustria* toate în formă de inel, la *Lymantria dispar* (omida păroasă a stejarului) toate într-o grămăjoară ovală şi acoperite cu perişori.

La insectele cu viaţă scurtă (de ex. ordinul Ephemeroptera) ouăle sunt depuse o singură dată sau la intervale foarte scurte, iar la cele cu viaţă lungă ponta este eşalonată, iar numărul ouălor depuse scade treptat odată cu vârsta.

Cunoaşterea modului şi locului de depunere a ouălor prezintă importanță deosebită în cazul speciilor de insecte dăunătoare, atât pentru întocmirea prognozei apariției insectelor, cât şi pentru aplicarea unor măsuri adecvate de control.

Există şi specii *ovovivipare* sau *vivipare* de insecte. La cele ovovivipare, o parte din dezvoltarea oului are loc în corpul matern (de ex. la *Musca domestica* - ordinul Diptera). Speciile vivipare pot fi grupate la rândul lor astfel:

- specii *larvipare*, la care întreaga dezvoltare a oului are loc în corpul femelei şi sunt depuse direct larve (de ex. la puricii de plante – ordinul Homoptera, familia Aphididae);
- specii *pupipare*, la care întreaga dezvoltare a oului şi larvei are loc în gonoductul femel şi sunt depuse larve complet dezvoltate, care se transformă imediat în pupe (la unele muşte, de ex. cele din familia Glossinidae).

Partenogeneza reprezintă o înmulțire unisexuată, la care ouăle provin din ovule nefecundate; poate fi:

- *obligatorie*, când reproducerea se realizează prin ovule nefecundate; masculii lipsesc sau sunt foarte rari; la rândul său poate fi *constantă*, când din ouă se dezvoltă numai femele şi foarte rar masculi (ex. la Phasmida) sau *ciclică*, când apar alternativ mai multe generații partenogenetice şi una bisexuală (ex. la homopterele Aphididae);
- *facultativă*, care are loc atât prin ovule fecundate, cât şi prin ouă; de exemplu matca de albină poate depune ouă din care eclozează mătci şi lucrătoare şi ovule din care se dezvoltă trântori;
- *accidentală*, când, de regulă, ovulele nefecundate nu sunt viabile şi foarte rar dau naştere la indivizi de ambele sexe.

La unele specii de insecte ciclul de viață se reduce prin dispariția stadiului de adult şi chiar a celui de pupă, astfel încât reproducerea se realizează exclusiv prin partenogeneză. Reproducerea în stadiul de larvă sau de pupă poartă numele de **pedogeneză**. În acest caz, pe lângă dezvoltarea precoce a ouălor din ovule nefecundate, nu există alte adaptări legate de reproducere.

Atunci când larvele îşi dezvoltă caracteristicile reproductive ale adultului, inclusiv capacitatea de a localiza partenerul, de a participa la copulație şi de a depune ouă sau larve, fenomenul poartă numele de **neotenie** (ex. la homopterele Cocoidea şi la Strepsiptera).

Hermafroditismul este foarte rar întâlnit; a fost descris la câteva specii de *Iceria* (păduchele lânos al citricelor) din ordinul Homoptera şi la dipterele care trăiesc în termitiere (*Termitoxenia*).

5.2. Dezvoltarea insectelor

Dezvoltarea (ontogenia) insectelor reprezintă totalitatea proceselor şi transformărilor care au loc de la fecundarea ovulului cu formarea oului şi până la moartea fiziologică a adultului. În dezvoltarea insectelor se disting 3 faze:

- *dezvoltarea embrionară*, care începe de la fecundarea ovulului şi durează până la formarea larvei în ou,
- *dezvoltarea postembrionară*, care începe la eclozarea larvei şi durează până la apariția adultului,
- *dezvoltarea postmetabolă* sau dezvoltarea stadiului adult.

În cursul dezvoltării postembrionare se disting două procese importante: creşterea şi metamorfoza. *Creşterea* insectelor este un proces discontinuu, cel puțin pentru părțile sclerotizate ale corpului, deoarece cuticula rigidă limitează creşterea în dimensiuni a corpului. Aceasta se realizează prin *năpârlire*, care reprezintă îndepărtarea periodică a cuticulei cu formarea unei cuticule noi. Astfel, segmentele corpului care poartă sclerite şi apendicele cresc în dimensiuni numai în perioada ce urmează după năpârlire, până la îngroşarea şi întărirea cuticulei nou formate.

Perioada cuprinsă între două năpârliri se numeşte *stadiu de dezvoltare*, iar durata acestuia poate fi afectată de resursa de hrană, temperatură, densitatea larvelor şi de anumite traume fizice (ex. pierderea apendicelor) şi poate să difere la cele două sexe.

Insectele primitive, primar nearipate (Apterygota) au o *creştere nedeterminată*, animalul continuând să năpârlească până la moarte, dar odată ajuns la maturitate (în stadiul adult) nu mai creşte în dimensiuni.

La majoritatea insectelor *creşterea* este *determinată*, existând un stadiu anume în care creşterea şi năpârlirea se opresc. Toate insectele cu creştere determinată devin mature din punct de vedere reproductiv în stadiul final, care poartă numele *de stadiul de adult* sau *imago*. Adulții, în general, poartă aripi,dar există şi specii la care apare un apterism secundar ca adaptare la diferite moduri de viață. La un singur ordin – Ephemeroptera, există un stadiu de *subimago*, capabil de zbor, dar în general incapabil de reproducere.

La unele grupe de pterigote numărul de stadii imature poate varia în cadrul aceleiaşi specii în funcție de condițiile ecologice (ex. temperatura, cantitatea şi calitatea hranei, densitatea larvelor).

Pe măsură ce năpârlesc şi cresc insectele suferă modificări morfologice mai mult sau mai puțin accentuate, care afectează atât structurile externe cât şi organele interne. Aceste modificări poartă numele de *metamorfoză*. După gradul în care metamorfoza postembrionară afectează forma corpului se deosebesc trei tipuri de dezvoltare la insecte:

- *dezvoltare ametabolă* (fără metamorfoză), când indivizii eclozați sunt asemănători cu adulții, dar mai mici şi fără armătură genitală externă. Se întâlneşte la insectele primitive, apterigote, la care adulții continuă să năpârlească şi după atingerea maturității sexuale;
- *dezvoltare cu metamorfoză*, întâlnită la insectele pterigote, la care în perioada postembrionară au loc o serie de transformări care afectează mai mult sau mai puțin forma corpului. Aceste insecte pot fi împărțite în două categorii: *hemimetabole* sau cu metamorfoză incompletă şi *holometabole* sau cu metamorfoză completă.

La insectele hemimetabole dezvoltarea aripilor are loc la exterior, în evaginări tegumentare dorsale vizibile în stadiile imature, de aceea sunt cunoscute sub numele de *Exopterygota* sau *Hemimetabola*. Această grupare nu reprezintă o unitate filogenetică.

La insectele holometabole există un *stadiu de pupă*, imobil sau aproape imobil, în cursul căruia au loc procese de histoliză a organizației larvare şi de histogeneză a organizației adultului. Aripile şi celelalte structuri ale adultului se dezvoltă din grupe de celule nediferențiate, situate în interiorul corpului şi foarte puțin vizibile până în stadiul de pupă. La aceste insecte aripile se dezvoltă în invaginări ale tegumentului, care sunt evaginate înainte de apariția adultului. Ordinele de insecte care au acest mod de dezvoltare formează o unitate filogenetică numită *Endopterygota* sau *Holometabola*.

În ciclul de viață al insectelor se disting următoarele stadii:

- *ou*, *larve* sau *nimfe* şi *adult* în cazul insectelor hemimetabole;
- *ou*, *larve*, *pupă* şi *adult* în cazul insectelor holometabole.

Dezvoltarea stadiilor imature de insecte se caracterizează prin năpârliri repetate, separate prin perioade de hrănire. La insectele hemimetabole numărul năpârlirilor este în general mai mare comparativ cu insectele holometabole.

Toate stadiile imature ale insectelor holometabole sunt denumite *larve*. Indivizii imaturi ai insectelor hemimetabole acvatice (Odonata, Ephemeroptera, Plecoptera), deşi au primordiile aripilor vizibile la exterior, sunt frecvent numite larve, în timp ce stadiile imature ale speciilor hemimetabole terestre sunt denumite *nimfe* (ex. la Heteroptera).

Larvele diferă foarte mult de adulți, ca morfologie externă şi organizare internă, în timp ce nimfele sunt asemănătoare cu adulții, diferențele fiind legate numai de talie (nimfele sunt mai mici), gradul de dezvoltare a aripilor şi sistemului reproducător. Cu fiecare năpârlire diferențele dintre nimfe şi adulți sunt din ce în ce mai mici. În plus, larvele au un mod de hrănire şi de viață foarte diferit de cel al adulților, spre deosebire de nimfe, care cel mai adesea folosesc aceleaşi surse de hrană şi se întâlnesc în aceleaşi locuri cu

adulții. Se poate concluziona că metamorfoza completă reduce foarte mult competiția dintre adulți şi stadiile imature.

Insectele au cicluri biologice scurte. Timpul necesar dezvoltării unei generații variază în limite mari de la o specie la alta; la unele specii dezvoltarea unei generații are loc într-un timp foarte scurt (câteva zile sau săptămâni), iar la altele se prelungeşte un timp îndelungat (luni, ani). În funcție de timpul necesar dezvoltării unei generații, față de durata unui an, insectele se clasifică în următoarele grupe:

- *univoltine*, cu o generație pe an; utilizează resursele disponibile numai în sezonul cald (ex. insectele fitofage din regiunile temperate);
- *bivoltine*, cu două generații pe an; se dezvoltă mai încet, utilizând resurse mai răspândite;
- *polivoltine* sau *multivoltine*, cu mai multe generații pe an; au dimensiuni mai mici, se dezvoltă mai repede şi utilizează resurse disponibile pe toată perioada anului;
- *multianuale*, la care dezvoltarea unei generații are loc pe o perioadă de mai mulți ani. În această categorie intră insectele care trăiesc în regiunile polare şi cele care utilizează surse de hrană sărace în nutrienți (ex. coleopterele care se dezvoltă în lemnul mort).

Numărul de generații, la majoritatea speciilor de insecte, variază şi în legătură cu condițiile de mediu (temperatură, umiditate, hrană etc.). Există şi specii care indiferent de răspândirea lor geografică, prezintă întotdeauna acelaşi număr de generații. La unele specii de insecte (bivoltine şi polivoltine), la care ponta este eşalonată pe o perioadă mai îndelungată, generațiile se suprapun, întâlnindu-se în anumite perioade diferite stadii ale insectei, ceea ce îngreunează aplicarea măsurilor de combatere.

Majoritatea speciilor de insecte nu au o dezvoltare continuă pe toată perioada anului, ci îşi întrerup dezvoltarea în perioadele cu condiții ecologice nefavorabile.

Întreruperea temporară apărută în timpul dezvoltării insectelor, mai ales la speciile din regiunile temperate, poartă numele de *diapauză*. Aceasta reprezintă o adaptare la

condițiile ecologice nefavorabile şi poate să apară în sezonul cald - *estivație* (*diapauză estivală*) sau în sezonul rece – *hibernare* (*diapauză hiemală*). Întreruperea dezvoltării se poate produce în orice stadiu de dezvoltare şi este caracteristică fiecărei specii. Astfel diapauza poate fi embrionară, larvară, pupală sau imaginală. În timpul diapauzei procesele fiziologice din corpul insectelor se reduc la minimum.

După modul cum intervine diapauza, ea poate fi:

- *facultativă*, când este determinată, în general, de apariția unor condiții ecologice nefavorabile,
- *obligatorie*, când se manifestă întotdeauna în dezvoltarea insectelor, indiferent de evoluția condițiilor ecologice.

La insectele monovoltine din regiunile temperate, diapauza hiemală, indiferent de stadiul în care se petrece, este obligatorie, pe când insectele polivoltine din aceste zone se dezvoltă în cursul anului fără diapauză, aceasta apărând obligatoriu numai la generația de toamnă.

Printre condițiile ecologice care pot determina intrarea în diapauză, reducerea sau suspendarea ei se numără: temperatura, lumina, umiditatea, hrana etc.; aceşti factori pot acționa independent sau în complex.

În condițiile regiunilor temperate, răcirea timpului în toamnă determină insectele să se retragă în adăposturi, care le oferă o protecție mai mult sau mai puțin sigură împotriva temperaturilor joase. În aceste adăposturi insectele rămân până în primăvară, când regimul termic devine favorabil reluării activității. Aceasta este diapauza hiemală şi, în regiunile temperate, face parte integrală din ciclul biologic al insectei.

Hibernarea, la marea majoritate a insectelor, are loc întotdeauna în acelaşi stadiu şi obişnuit în aceleaşi locuri. Cunoaşterea stadiului de hibernare a insectei, precum şi locurile de hibernare utilizate prezintă o importanță practică deosebită în ceea ce priveşte aplicarea diferitelor măsuri de combatere a insectelor dăunătoare.

6. SISTEMATICA INSECTELOR

CLASA HEXAPODA sau INSECTA

Notă: termenul de **INSECTA** a fost utilizat pentru a desemna grupe de hexapode mai mult sau mai puțin cuprinzătoare. Ocazional este utilizat ca sinonim numai pentru **PTERYGOTA** (insecte cu aripi). Adesea este utilizat ca sinonim pentru **HEXAPODA**. În prezent cel mai utilizat sens al termenului este ca sinonim pentru **ECTOGNATHA** (hexapode cu piesele bucale vizibile în repaus).

Hexapoda cuprinde toate artropodele cu 6 picioare, care sunt încadrate în două grupe:

- **Entognatha** – hexapode cu *cap entognat* (cu piesele bucale incluse în repaus într-o cavitate a capsulei cefalice), apterigote (fără aripi) şi cu dezvoltare nedeterminată (năpârlesc până la moarte), ametabolă (fără metamorfoză);
- **Ectognatha -** hexapode cu *cap ectognat* (cu piesele bucale vizibile în repaus, dispuse la exteriorul capsulei cefalice).

1. ENTOGNATHA

Ordinul **Protura**

Ordinul **Collembola**

Ordinul **Diplura**

2. ECTOGNATHA

2.1 APTERYGOTA - insecte ectognate primar nearipate (apterigote), cu creştere nedeterminată şi dezvoltare ametabolă.

Ordinul **Archaeognatha (**sau **Microcoryphia)**

Ordinul **Thysanura**

2.2. PTERYGOTA - insecte ectognate primar aripate sau secundar nearipate.

Notă: Majoritatea sistematicienilor considera că **Pterygota** reprezintă un grup natural, dar nu şi **Apterygota**. De aceea, **Apterygota** nu mai apare în sistemele de clasificare.

2.2.1. PALEOPTERA (insecte cu aripi primitive) – insecte pterigote la care, în repaus, aripile nu pot fi aplicate pe abdomen.

Notă: Grupul **PALEOPTERA** nu este recunoscut în unele sisteme de clasificare, deoarece nu este considerat ca fiind un grup natural. În schimb, este larg acceptat faptul că **NEOPTERA** reprezintă un grup natural (monofiletic), fiind recunoscut în sistemele de clasificare.

Ordinul **Ephemeroptera** (rusalii)

Ordinul **Odonata** (libelule)

- Subordinul **Anisoptera –** cu aripi diferite ca mărime
- Subordinul **Zygoptera** – cu aripi asemănătoare ca mărime

2.2.2. NEOPTERA – insecte pterigote la care, în repaus, aripile pot fi aplicate pe abdomen.

2.2.2.1. Orthopteroidea – insecte primitive cu aparat bucal masticator (ortopteroid).

Ordinul **Plecoptera** (perle)

Ordinul **Phasmida (**sau **Phasmatodea)**

Ordinul **Grylloblattodea** (sau **Grylloblattaria**)

Ordinul **Mantodea** (călugărițe)

Ordinul **Blattaria (**sau **Blattodea)** (gândaci de bucătărie şi rudele lor)

Ordinul **Isoptera** (termite)

Notă: **Dictyoptera** (Mantodea + Blattaria + Isoptera) era recunoscut în trecut ca ordin de insecte. În prezent, este încă considerat ca grup natural (monofiletic) şi este recunoscut în sistemele de clasificare ca superordin.

Ordinul **Dermaptera** (urechelnițe)

Ordinul **Embioptera** (sau **Embiidina**)

Ordinul **Orthoptera**

Subordinul **Caelifera** (lăcuste)

Subordinul **Ensifera** (cosaşi, greieri, coropişnițe)

Notă: Multe din ordinele inferioare de neoptere (Mantodea, Blattaria, Isoptera, Dermaptera, Phasmidia etc.) erau considerate ca familii ale unui ordin mai cuprinzător – **Orthoptera**. În prezent, ordinul cuprinde numai taxonii din subordinele **Caelifera** şi **Ensifera**.

Ordinul **Zoraptera**

2.2.2.2. Hemipteroidea (Paraneoptera) – insecte neoptere cu trăsături comune în ceea ce priveşte structura pieselor bucale şi a picioarelor.

Ordinul **Psocoptera**

Ordinul **Phthiraptera** (păduchi)

Notă: Inițial, păduchii erau încadrați în două ordine – **Mallophaga** şi **Anoplura**. În prezent, malofagele şi anoplurele sunt incluse într-un singur ordin – **Phthiraptera**, cu patru subordine: **Ischnocera** (o parte din Mallophaga), **Amblycera** (o parte din Mallophaga), **Rhyncophtherina** (o parte din Mallophaga) şi **Anoplura**.

Ordinul **Thysanoptera** (tripşi)

Ordinul **Hemiptera** (păduchi de plante, cicade, ploşnițe etc.)

Subordinul **Auchenorrhyncha**

Subordinul **Sternorrhyncha**

Subordinul **Heteroptera** (ploşnițe)

Notă: Sistemul de clasificare care includea ordinele **Hemiptera** şi **Homoptera** a fost modificat. Homoptera nu reprezintă un grup natural (monofiletic) şi, de aceea, nu mai este recunoscut în sistemele de clasificare. În schimb, se consideră că membrii celor două ordine trebuie incluse într-un singur ordin – **Hemiptera** în sens larg. În sistemul actual de clasificare homopterele sunt incluse în două subordine - **Sternorrhyncha** şi **Auchenorrhyncha**, iar vechile hemiptere în

subordinul **Heteroptera**. Există şi un al patrulea subordin – **Coleorrhyncha**, prezent în regiunile sudice ale globului, care, din punct de vedere filogenetic, este intermediar între Auchenorrhyncha şi Heteroptera.

2.2.2.3. Endopterygota (Holometabola) – insecte neoptere holometabole, la care dezvoltarea aripilor are loc în invaginări ale tegumentului, care sunt evaginate înainte de apariția adultului.

Ordinul **Neuroptera**
Ordinul **Megaloptera**
Ordinul **Raphidioptera**

Notă: În prezent, termenul **Neuroptera** este utilizat uneori în sens larg pentru a include ordinele **Megaloptera** şi **Raphidioptera**. În acest caz cele trei ordine sunt considerate subordine ale ordinului Neuroptera: **Megaloptera**, **Raphidioidea** şi **Planipennia**.

Ordinul **Coleoptera** (gândaci)
- Subordinul **Adephaga** – coleoptere prădătoare
- Subordinul **Polyphaga** – coleoptere cu regim de hrană variat

Ordinul **Strepsiptera**
Ordinul **Mecoptera** (muşte scorpion şi rudele lor)
Ordinul **Siphonaptera** (purici)
Ordinul **Diptera**
- Subordinul **Nematocera** (țânțari)
- Subordinul **Brachycera** (muşte)

Ordinul **Trichoptera**
Ordinul **Lepidoptera** (molii şi fluturi)
Ordinul **Hymenoptera** (albine, bondari, viespi, furnici etc.)
- Subordinul **Symphyta** – baza abdomenului se prinde de torace printr-o suprafață lată
- Subordinul **Apocrita -** baza abdomenului se prinde de torace printr-o porțiune îngustă

Sistematica hexapodelor

				Ordinul
Entognatha				**Protura**
				Collembola
				Diplura
Ectognatha	**Apterigota**			**Archaeognatha**
				Thysanura
	Pterigota	**Paleoptera**		**Ephemeroptera**
				Odonata
		Neoptera	**Orthopteropidea**	**Plecoptera**
				Phasmida
				Grylloblattodea
				Mantodea
				Blattaria
				Isoptera
				Dermaptera
				Embioptera
				Orthoptera
				Zoraptera
			Hemipteroidea (Paraneoptera)	**Psocoptera**
				Phthyraptera
				Thysanoptera
				Hemiptera
			Endopterygota (Holometabola)	**Neuroptera**
				Megaloptera
				Raphidioptera
				Coleoptera
				Strepsiptera
				Mecoptera
				Siphonaptera
				Diptera
				Trichoptera
				Lepidoptera
				Hymenoptera

7. ECOLOGIA INSECTELOR

Insectele, ca toate organismele, sunt supuse acțiunii simultane a factorilor abiotici şi biotici, care sunt cunoscuți sub denumirea de factori ecologici. În raport cu factorii ecologici, speciile au o limită de toleranță între care se situează optimul de dezvoltare sau optimul ecologic. Limitele acestor factori, între care o specie poate trăi se numeşte *valență ecologică*. Din acest punct de vedere, speciile pot fi:

- *euritope* (*euribionte*), care suportă variații mari ale factorilor ecologici şi au o largă distribuție geografică;
- *stenotope* (*steobionte*), care suportă variații mai restrânse ale factorilor ecologici şi sunt localizate în regiuni limitate.

Factorii ecologici influențează insectele în repartiția lor geografică, determină schimbări ale ciclurilor de dezvoltare, provoacă migrații în căutare de hrană sau locuri de reproducere, favorizează apariția unor modificări adaptative, metabolice sau comportamentale etc.

1. Relațiile insectelor cu componentele abiotice ale mediului

Dintre factorii abiotici cei mai importanți sunt temperatura şi umiditatea, la care se mai adaugă lumina, radiația solară, curenții de aer şi presiunea atmosferică.

Temperatura. La fiecare specie de insecte, ca la orice organism, activitatea biologică se desfăşoară între două praguri ale temperaturii: *temperatura minimă* (pragul inferior), temperatura la care îşi începe activitatea şi *temperatura maximă* (pragul superior), la care activitatea biologică încetează. În afară de aceste două praguri, organismele mai au un *prag de prolificitate* şi un *optim termic*.

Insectele care suportă variații mari de temperatură se numesc *euriterme,* iar cele care suportă variații mici se numesc *stenoterme*. Dezvoltarea fiecărei insecte, şi chiar a fiecărui stadiu, începe la o anumită temperatură (pragul biologic inferior) şi necesită pentru întreg ciclul biologic sau pentru fiecare stadiu în parte (la larve chiar pentru fiecare vârstă) o anumită cantitate de căldură, numită *constantă termică* (K). În cazul speciilor dăunătoare de insecte, calcularea constantei termice oferă posibilitatea determinării duratei de dezvoltare la diferite condiții de temperatură, ceea ce prezintă o importanță practică pentru organizarea lucrărilor de combatere.

Insectele, ca toate animalele *ectoterme*, îşi ridică temperatura corpului prin absorbția căldurii solare, care este înlesnită de culoarea şi structura tegumentului (de exemplu, în păduri multe insecte au culori închise sau metalice), iar în timpul zborului printr-o activitate metabolică intensă. În general, pierderea de căldură depinde de raportul între suprafața şi masa corpului. La animalele mici, cum sunt insectele, acest raport este mare, iar compensarea pierderilor se face printr-un metabolism ridicat.

Umiditatea. Ca şi în cazul temperaturii, există o umiditate optimă şi praguri biologice, superior şi inferior. Din punct de vedere al preferinței pentru umiditatea relativă, insectele pot fi: *higrofile*, cele care trăiesc în zonele cu 85-100% umiditate relativă, *mezofile,* cele care preferă zonele cu 45-85% umiditate relativă şi *xerofile*, cele adaptate la condițiile secetoase, cu un procent de umiditate sub 45%.

Marea majoritate a insectelor fitofage îşi iau apa din hrană, iar pierderea apei din organism se face prin tegument (evaporare), prin excreții şi dejecții. Există şi insecte care consumă apa direct, din bălți şi izvoare (de exemplu, albinele, fluturii, chiar unele omizi care o iau din roua depusă pe frunze). Insectele au diferite mecanisme de protecție împotriva deshidratării, ca adaptări morfologice, ecologice şi etologice (comportamentale). Iată câteva exemple de asemenea adaptări:

- învelişul chitinos;
- secrețiile ceroase la Coccidae, Aphidae (Homoptera);
- larvele insectelor care trăiesc în sol (Coleoptera: Scarabaeidae, Elateridae) preferă solurile umede, iar migrația lor pe verticală şi orizontală, în timpul verii, se face în

funcție de umiditatea solului;

- scăderea umidității în lemn până la 20% încetineşte dezvoltarea larvelor de sub scoarță sau din lemn (Coleoptera: Ipidae, Cerambycidae; Hymenoptera: Siricidae).

În afară de umiditatea atmosferică şi precipitațiile lichide (ploile) şi cele solide (zăpada) influențează asupra insectelor. Precipitațiile lichide pot favoriza unele specii de insecte prin mărirea umidității relative a aerului sau a umidității solului. Precipitațiile abundente şi repezi pot influența nefavorabil dezvoltarea unor stadii de dezvoltare ale unor specii de insecte. Precipitațiile sub formă de zăpadă pot avea de asemenea un rol important în dezvoltarea insectelor. Astfel, în iernile bogate în precipitații stratul de zăpadă formează un adăpost prielnic pentru hibernarea insectelor, în schimb în timpul iernilor lipsite de zăpadă şi cu geruri mari, o parte însemnată din insecte mor din cauza înghețului.

Lumina este un alt factor ecologic care influențează metabolismul insectelor, diapauza, zborul şi împerecherea, formarea pigmenților etc. Insectele în diferite stadii pot avea o reacție fototropică pozitivă (de exemplu, adulții de Lepidoptera, pentru a căror captare se utilizează surse luminoase) sau negativă (de exemplu, larvele de sub scoarța şi lemnul arborilor, precum şi cele din sol, care expuse la radiațiile solare ale zilei, mor).

Radiațiile solare acționează asupra dezvoltării insectelor prin energia radiantă, care scade sau ridică temperatura mediului ambiant, sau indirect prin declanşarea reacțiilor fotochimice din organism.

Curenții de aer (vântul) influențează unele procese biologice ale insectelor: contribuie la intensificarea evaporării apei din corp, împiedică sau favorizează zborul, hrănirea, copulația şi depunerea ouălor. De asemenea, joacă un rol important în răspândirea şi migrația unor specii de insecte (ex. gândacul de Colorado, omida păroasă a dudului).

Presiunea atmosferică normală este favorabilă desfăşurării unei activități intense a insectelor. Creşterea sau scăderea presiunii atmosferice influențează negativ activitatea insectelor.

Factorii climatici acționează în complex şi determină condițiile mediului în care are loc dezvoltarea organismelor. Cunoaşterea acestor factori şi a acțiunii lor asupra insectelor prezintă importanță deosebită în prognoza apariției speciilor dăunătoare şi organizarea măsurilor de combatere.

Factorii edafici. Solul este un mediu complex, populat de o serie de specii de animale, inclusiv insecte. Solul influențează insectele direct, prin proprietățile sale şi indirect, prin condiționarea vegetației. Printre condițiile edafice care determină răspândirea insectelor care trăiesc în sol se numără: umiditatea, temperatura, aerisirea şi aciditatea solului. În general, solurile uşoare, nisipoase sunt populate mai intens de insecte atât sub raport calitativ cât şi cantitativ, față de cele grele, argiloase.

După natura solurilor pe care le populează, insectele pot fi: *pietrofile*, care sunt frecvente în solurile pietroase; *psamofile*, care trăiesc în terenurile nisipoase; *halofile*, care se întâlnesc în terenurile sărăturoase; *indiferente*, care populează diferite soluri, independent de structura şi compoziția lor.

Insectele evită solurile cu umiditate excesivă care provoacă asfixierea larvelor, dar şi pe cele foarte uscate, care duc la deshidratare şi, respectiv, moartea lor. În privința acidității solului, unele specii (Coleoptera: Elateridae) se întâlnesc în soluri cu pH între 4-5,2, iar altele (Coleoptera: Scarabaeidae) preferă solurile cu reacție alcalină sau neutră. Deplasările pe verticală ale insectelor edafice sunt determinate îndeosebi de condițiile abiotice, iar cele pe orizontală sunt legate de căutarea hranei.

2. Relațiile insectelor cu componentele biotice ale mediului

Insectele se hrănesc cu diferite categorii de organisme (ciuperci, alge, plante superioare, animale nevertebrate şi vertebrate) şi la rândul lor reprezintă o sursă de hrană pentru alte organisme (virusuri, bacterii, ciuperci, protozoare, hidrozoare, spongieri, briozoare, viermi, aranee, acarieni, crustacee, chilopode, peşti, amfibieni, păsări, mamifere, plante carnivore).

Din punct de vedere trofic, insectele se încadrează în categoria consumatorilor, iar în funcție de hrana consumată sunt consumatori primari, secundari, terțiari, cuaternari, sau se încadrează concomitent în mai multe categorii de consumatori.

Speciile de insecte consumatori primari (*fitofage*), se hrănesc cu diferite părți ale plantelor, fiind *filofage*, *xilofage*, *rizofage*, *seminifage*, *polinivore*, *nectarivore*. Insectele fitofage sunt foarte numeroase şi sunt incluse îndeosebi în ordinele Orthoptera, Thysanoptera, Heteroptera, Homoptera, Coleoptera, Lepidoptera şi Diptera. Există specii la care este fitofag doar unul dintre stadii, larva sau adultul, şi specii la care ambele stadii se hrănesc cu acelaşi organ al plantei sau cu organe diferite. Pot fi consumate atât organele aeriene (flori, frunze, ramuri, lemnul şi scoarța tulpinilor, semințele, fructele) şi subterane ale plantelor vii (rădăcini, tuberculi, rizomi, bulbi), cât şi lemnul mort.

Speciile de insecte consumatori secundari se hrănesc cu consumatorii primari (*zoofage*), fiind cuprinse în 3 categorii: *paraziți*, *parazitoizi* şi *prădători*. Insectele parazite, ca adulți sau ca adulți şi larve, trăiesc pe corpul altor animale (ectoparazite), mai rar în interiorul corpului acestora (endoparazite). În această categorie se încadrează speciile hematofage de Phthiraptera, Siphonaptera, Heteroptera, Diptera.

Insectele parazitoide sunt tot parazite, dar au primit această denumire pentru a sublinia faptul că sunt parazite numai în stadiul larvar, în corpul altor animale (insecte, miriapode, aranee, moluşte etc.), în care se dezvoltă pe seama unui singur exemplar gazdă (ou, larvă, pupă sau adult), pe care îl omoară numai după realizarea propriei dezvoltări. Adulții parazitoizilor duc viață liberă, hrănindu-se cu polen, nectar, cu fluide ce ies din corpul gazdelor la pătrunderea ovipozitorului, în momentul depunerii oului. Parazitoizii sunt paraziți primari şi aparțin îndeosebi ordinelor Hymenoptera şi Diptera.

Insectele prădătoare, ca adulți, ca larve, sau în ambele stadii, consumă mai multe exemplare aparținând altor organisme (protozoare, viermi, gasteropode, aranee, acarieni, crustacee, diplopode, chilopode, alte insecte, mormoloci de broască, puiet de peşte etc.). Speciile de insecte prădătoare sunt cuprinse în numerose ordine, dintre care cele mai importante sunt Odonata, Mantodea, Heteroptera, Hymenoptera, Coleoptera, Diptera.

Speciile de insecte consumatori terțiari se hrănesc cu consumatori secundari, în această categorie fiind cuprinşi: prădători ai consumatorilor secundari; parazitoizi care parazitează paraziții primari, fiind astfel paraziți secundari; parazitoizi care parazitează prădătorii ce se hrănesc cu consumatorii primari. Paraziți secundari sunt unele Hymenoptera.

Speciile de insecte consumatori cuaternari se hrănesc cu consumatori terțiari, în această categorie fiind incluşi: prădători ai consumatorilor terțiari; parazitoizi care parazitează paraziții secundari, fiind astfel paraziți terțiari; parazitoizi care parazitează paraziții prădătorilor consumatori secundari; parazitoizi ai prădătorilor consumatori terțiari. Paraziți terțiari sunt unele Hymenoptera.

În afară de aceste 4 categorii, cu poziție clară, definită, a spectrului trofic, există şi insecte omnivore, detritofage (care se încadrează în toate cele patru categorii de consumatori), insecte coprofage şi necrofage (care sunt consumatori secundari, terțiari, cuaternari). Speciile de insecte omnivore, consumă atât produse de origine animală cât şi produse de origine vegetală. Cele mai cunoscute insecte cu regim omnivor sunt cuprinse în ordinul Blattaria.

Speciile de insecte detritofage, se hrănesc cu fragmente de material organic rezultat din fărâmițarea şi descompunerea parțială a plantelor şi animalelor moarte. În hrana acestora intră deci implicit descompunătorii (bacteriile şi ciupercile), care trăiesc pe seama particulelor organice animale şi vegetale. În această categorie sunt incluse larvele unor Diptera, unele Coleoptera, unele Dermaptera, Psocoptera, Collembola etc.

Speciile de insecte coprofage consumă produşii de catabolism ai diferitelor animale, îndeosebi vertebrate. Cele mai multe specii coprofage aparțin ordinelor Coleoptera şi Diptera. Speciile de insecte necrofage trăiesc pe seama cadavrelor diferitelor animale. În această categorie sunt incluse specii de Coleoptera, Lepidoptera, larvele unor Diptera.

8. INSECTELE CA DĂUNĂTORI

8.1. Definirea organismelor dăunătoare

- sunt acelea pe care omul le consideră ca atare, deoarece aduc prejudicii pentru persoana sa, pentru bunurile sale, pentru mediul ambiant;
- sunt organisme care afectează sănătatea omului sau se interpun pe traseul unor lanțuri trofice care îl interesează pe om, făcând ca materia şi energia din ecosisteme să fie orientate pe alte canale decât cele pe care omul caută să le dirijeze către sine;
- sunt competitori ai omului.

Este posibil ca în unele aşezări omeneşti un organism să fie dăunător, iar în altele să fie util, domesticit sau acceptat – de ex. şobolanul, unele buruieni.

8.2. Categorii de dăunători

- Organisme patogene:
  - virusuri
  - bacterii
  - fungi
- Organisme vegetale – specii invazive de plante, buruieni
- Organisme animale
  - nevertebrate: nematode, moluşte, acarieni, insecte,
  - vertebrate: păsări, mamifere.

Speciile de insecte considerate de om ca dăunătoare sunt incluse în mai multe categorii, în funcție de prejudiciile aduse economiei sau sănătății umane:

- *insecte dăunătoare plantelor cultivate*, pădurilor, produselor vegetale depozitate, lemnului din construcții, mobilei, stâlpilor de telegraf, traverselor de cale ferată etc.;

- *insectele dăunătoare produselor de origine animală* (obiecte din lână, pene, blănuri, insecte din colecțiile entomologice, păsări şi mamifere împăiate, carne conservată, brânză etc.);
- *insecte parazite la om şi animalele de interes economic* (păsări şi mamifere domestice, albina, viermi de mătase);
- *insecte vectoare*: inoculatoare, urticante, vezicante;
- *insecte gazde intermediare sau definitive pentru unii paraziți* (protozoare, viermi);
- *insecte generatoare de disconfort*.

8.3. Categorii de insecte dăunătoare plantelor, tipuri de dăunări

În funcție de numărul speciilor de plante pe seama cărora se hrănesc, speciile de insecte fitofage (filofage, xilofage, rizofage, seminifage) pot fi:

- *monofage*, strict specializate pentru o singură specie de plante;
- *oligofage*, care consumă un număr mic de specii de plante, de obicei din acelaşi gen;
- *polifage*, care se hrănesc pe seama unui număr mare de specii de plante gazdă.

După modul cum acționează asupra plantelor, insectele dăunătoare se grupează în:

- *dăunători principali (primari)*, care atacă plantele sănătoase şi produsele agricole, producând daune vizibile;
- *dăunători secundari*, care atacă plantele debilitate din diferite cauze (atacul unor dăunători, boli fiziologice etc.);
- *dăunători vectori*, care, alături de daunele produse direct, transmit şi anumiți agenți patogeni, infectând plantele sănătoase.

Speciile de insecte fitofage pot afecta atât organele vegetative ale plantelor (frunze, tulpini, rădăcini), cât şi pe cele generative (muguri de rod, flori, fructe, semințe). Unele insecte atacă numai organele aeriene ale plantelor, altele se instalează pe rădăcini, iar altele pot dăuna atât organele aeriene, cât şi pe cele subterane. La unele specii de insecte este fitofag doar unul din stadii (larva sau adultul), la altele ambele stadii, care se hrănesc cu acelaşi organ al plantei sau cu organe diferite.

Atacul insectelor asupra unui organ al plantelor poate fi: total sau parțial; cantitativ sau calitativ. Atacul este specific tipului de aparat bucal. Astfel, insectele cu aparat bucal pentru rupt şi mestecat (masticator) produc rosături externe sau interne, în timp ce insectele cu aparat bucal pentru înțepat şi supt determină apariția petelor, răsucirea frunzelor, hipertrofierea țesuturilor, necrozări etc. Sunt şi cazuri când forma de atac este caracteristică unei anumite specii de insecte.

În urma atacului plantele înregistrează modificări morfo-fiziologice şi biochimice importante. Se reduc asimilația, transpirația, cantitățile de clorofilă, de substanțe de rezervă, care duc în final la debilitarea şi uscarea plantelor, la pierderi cantitative şi calitative.

Atacul reprezintă acțiunea dăunătorului asupra plantelor şi se exprimă prin daune şi pagube. *Dauna* sau vătămarea este rezultatul atacului în urma căruia planta manifestă simptome de suferință, care se concretizează prin reducerea recoltei, fără ca aceasta să se poată evalua în greutate. *Paguba* sau pierderea este expresia cantitativă, economică a atacului.

Pierderile anuale de recoltă datorate insectelor sunt estimate la 25-50% din producția potențială, la care se adaugă 5-10% pierderi la produsele depozitate.

Daunele produse de insectele fitofage pot fi *directe*, datorate consumului țesuturilor vegetale sau *indirecte*, înregistrate în urma altor activități ale insectelor.
Acțiunile insectelor ce produc daune directe sunt:

- consumarea parțială sau totală a limbului foliar, în procesul de hrănire al larvelor şi/sau adulților;
- perforarea pe porțiuni mici a limbului foliar;
- realizarea de galerii în frunze, numite „mine”, prin consumul parenchimului dintre cele două epiderme ale frunzei;
- răsucirea frunzelor pentru a asigura hrană şi protecție pentru larve;
- consumarea organelor florale;

- formarea de hipertrofieri (gale, nodozități) ale țesuturilor plantelor, ca reacție la acțiunea de perforare a țesuturilor şi aspirare a sucului celular;
- formarea de pseudocecidii, care sunt contorsionări sau deformări ale frunzelor plantelor, din cauza acțiunii toxice a salivei injectate de insectele care aspiră seva plantelor;
- realizarea de galerii în fructe sau semințe, prin consumarea conținutului acestora;
- producerea de galerii între scoarță şi lemn;
- producerea de galerii în lemnul tulpinilor şi ramurilor;
- perforarea țesuturilor şi aspirarea sucului celular, de către insectele cu aparat bucal adaptat pentru înțepat şi supt;
- detaşarea unor părți din plante şi utilizarea lor ca rezervă de hrană pentru descendenți;
- consumarea lemnului mort de către insectele xilofage, care pot distruge grinzile construcțiilor, parchetul, obiectele de mobilier, traversele de cale ferată, stâlpii de telegraf, diferite obiecte de lemn din muzee, plantele din ierbare, cărțile;
- consumul şi degradarea calitativă a produselor alimentare de origine vegetală (făină, mălai, griş, paste făinoase, biscuiți, cacao, fructe uscate, plante medicinale, condimente etc.).

Acțiunile insectelor ce produc daune indirecte sunt:

- depunerea ouălor în țesuturile plantelor;
- acoperirea diferitelor organe ale plantelor sau a produselor vegetale depozitate cu dejecții şi exuvii;
- distrugerea sistemului radicular al plantelor, prin săparea de galerii subterane şi construirea cuiburilor;
- inocularea unei salive toxice, care produce modificări biochimice în țesuturile plantelor, ce au drept consecințe decolorări, înroşirea țesuturilor, necrozări şi chiar afectarea calității produselor obținute (de exemplu, deteriorarea glutenului din făina obținută din boabele de grâu atacate de speciile de heteroptere din genurile *Eurigaster, Aelia*, care nu mai panifică normal);
- vehicularea unor agenți patogeni (virusuri, bacterii, ciuperci), care produc diferite boli la plante.

8.4. Estimarea daunelor şi pagubelor

Dauna se exprimă prin gradul de dăunare, iar paguba prin pierderi de recoltă la unitatea de suprafață.

Gradul de dăunare (Gd%) al unei culturi se stabileşte în cursul perioadei de vegetație şi se calculează procentual, fiind produsul dintre frecvența (F%) şi intensitatea atacului (I%), raportat la 100. Frecvența atacului (F%) reprezintă raportul dintre numărul de plante sau de organe ale plantei atacate şi numărul total de plante sau organe analizate, exprimat procentual. Intensitatea atacului (I%) reprezintă procentul în care este atacată o plantă sau un organ al plantei sau pierderea de recoltă înregistrată de o plantă sau de o cultură la unitatea de suprafață.

Paguba (P%) reprezintă produsul dintre frecvența plantelor atacate (F%) şi intensitatea atacului (I%).

8.5. Depistarea insectelor dăunătoare plantelor

Depistarea insectelor dăunătoare reprezintă operațiunea prin care se descoperă şi se semnalează apariția, prezența dăunătorului şi a suprafeței infestate, făcându-se aprecieri şi asupra gradului de intensitate a atacului.

Depistarea se poate face după prezența insectei dăunătoare în diferite stadii (ouă, larve, pupe sau adulți) sau după urmele lăsate de acestea. În păduri, urmele lăsate de insectele dăunătoare pot fi reprezentate prin: excremente, defolieri, vârful uscat al răşinoaselor, găuri de intrare şi de zbor pe scoarță, desprinderea scoarței, scurgeri de răşină, gale pe diferite organe ale plantei.

9. CONTROLUL POPULAȚIILOR DE INSECTE DĂUNĂTOARE

9.1. Controlul natural al populațiilor de insecte

În ecosistemele naturale se manifestă un control natural al populațiilor ce compun biocenozele. Efectivele acestor populații prezintă oscilații minime, între anumite limite, fără a înregistra creşteri sau scăderi accentuate, care le-ar putea periclita existența. În cadrul acestui control natural intervin:

- *factori externi populațiilor*: componentele mediului fizico-chimic; duşmanii naturali - prădători, parazitoizi, patogeni; hrana, competiția;
- *factori interni ai populațiilor*: polimorfismul, interrelațiile dintre indivizi de morfe diferite şi funcțiile îndeplinite de acestea.

9.2. Contextul actual

- Conversia ecosistemelor naturale în ecosistemele antropizate, precum şi intervenția umană pe diferite căi, îndeosebi prin pesticide, au dus la scăderea drastică a diversității în ecosistemele antropizate şi în consecință a stabilității acestora, perturbând echilibrul relativ dintre efectivele populațiilor diferitelor specii, astfel că a avut loc o înmulțire excesivă a dăunătorilor animali şi îndeosebi a insectelor.
- În agroecosisteme, imparctul antropizării se resimte la nivelul structurii biocenozei agricole şi componentelor mediului fizico-chimic, cu consecințe asupra funcționării, organizării şi stabilității lor.
- Impactul antropizării se resimte şi asupra sistemelor ecologice considerate ca rămase în regim natural.
- Sistemele ecologice antropizate şi cele considerate a fi în regim natural sunt afectate şi de alte activități umane:
    - supraexploatare,
    - poluare industrială,

- urbanizare,
- schimbarea modului de utilizare a terenurilor.

9.3. Modificarea structurii ecosistemelor sub impactul antropizării

Parametru	**Ecosisteme naturale**	**Ecosisteme antropizate**
I Structura biocenozei şi a populaţiilor		
Număr de nişe ecologice	Mare, corelat cu numărul mare de populaţii	Mic,corelat cu numărul mic de populaţii
Numărul şi lungimea lanţurilor trofice	Numeroase, lungi	Puţine, scurte (scurtate prin intervenţie antropică)
Reţeaua trofică	Bogată, complexă	Simplă (simplificată de om)
Compartimentul producătorilor primari	Alcătuit din numeroase specii	Alcătuit dintr-o specie dominantă, îndeosebi în monocultură
Compartimentul consumatorilor primari - I (fitofagi)	Alcătuit din numeroase specii, dar cu un număr mai mic de indivizi	Alcătuit din specii mai puţine, permanent reprimate, dar cu posibilitatea unor explozii de înmulţire şi deci cu producerea de pagube economice
Compartimentele celorlalte categorii de consumatori: II, III, IV, coprofagi, necrofagi, detritofagi	Alcătuite din specii numeroase	Alcătuite din specii mai puţine, permanent afectate de intervenţia umană
Amplitudinea oscilaţiilor şi fluctuaţiilor efectivelor populaţionale	Redusă, situată în cadrul domeniilor de stabilitate	Mare; se înregistrează oscilaţii şi fluctuaţii mari ale efectivelor ("explozii de înmulţire")
Distribuţia în spaţiu	Predominant grupată, conform valenţelor ecologice, corelat cu heterogenitatea mediului; uneori întâmplătoare sau aproximativ uniformă	Uniformă în cazul producătorilor primari (impusă de om)
Gradul de organizare a biocenozei	Ridicat	Scăzut
Rezistenţa biocenozei faţă de acţiunea factorilor perturbatori	Mare, efecte perturbatoare tamponate	Redusă = dezechilibre ecologice
Controlul populaţiilor	Natural	Predominant prin intervenţie antropică
Echitabilitatea	Crescută, proporţiile dintre efectivele diferitelor populaţii fiind echilibrat distribuite	Scăzută; omul caută să impună efective mari ale producătorilor primari, care devin dominanţi şi să realizeze o depresie a consumatorilor

		primari, prin aceasta afectând însă şi celelalte categorii trofice
Diversitatea biocenozei	Optimă	Scăzută, îndeosebi la nivelul producătorilor primari, prin cultivarea unei singure specii, dar şi la nivelul celorlalte compartimente, îndeosebi prin utilizarea pesticidelor
II Structura mediului fizico-chimic (biotopului)	Alcătuit din componentele mediului fizico-chimic, aflate în interacțiune	Mediul fizico-chimic este modificat prin introducerea în rezervoare a produşilor de sinteză (pesticide, îngrăşăminte minerale), inexistenți în natură
III Circulația materiei în cadrul ecosistemului	Prin numeroase canale înguste; în circuitele biogeochimice organismele preiau din rezervoare elementele minerale, pe care prin fotosinteză şi chemosinteză le încorporează în substanța organică, apoi le redau, prin procesul de mineralizare	Prin puține canale largi, pe care omul caută să le dirijeze către sine; are loc o perturbare a circuitelor biogeochimice existente, declanşarea de noi circuite, în care sunt antrenați produşii sintetizați de om; se constată o tendință de linearizare a acestor circuite
Anihilarea dereglărilor în circulația materiei	Dereglările la nivelul canalelor înguste sunt anihilate pe cale naturală, neafectând sistemul ecologic	Dereglarea unui canal larg, prin înmulțirea unor fitofagi nu poate fi anihilată pe cale naturală, omul intervenind ca factor de reglare
IV Capacitatea de autocontrol (autoreglare) a ecosistemului	Mare; stările ecosistemului sunt menținute în cadrul unui domeniu de stabilitate compatibil cu persistența sa temporo-spațială, sistemul având comportament antientropic	Scăzută; ecosistemul este mereu expus scoaterii din cadrul domeniului său de stabilitate, expus creşterii entropiei
Dereglări în structura şi funcționarea ecosistemului	Rare, de mică amploare, compensate de biocenoză	Frecvente, de mare amploare
Stabilitatea sistemului	Ridicată, dar relativă	Redusă
V Interrelația biocenoză-biotop	Biocenoza controlează biotopul (balanța termică şi higrică, structura solului, regimul hidrologic)	Biotopul controlează biocenoza, determinând fluctuații în structura şi realizarea funcțiilor biocenozei
VI Tendința dinamicii ecosistemului	Ecosisteme aflate în faze succesionale tinere sau în faze evolutive ale dezvoltării, cu tendința de creştere a gradului de organizare	Ecosisteme aflate în faze succesionale de creştere, cu permanentă intervenție umană de scădere a gradului de organizare
Producția biologică, raportul P/R	Mare, raportul P/R tinde către 0; tot ce se produce se	Mică, raportul P/R este mare; omul scoate din sistem o bună

	consumă în cadrul ecosistemului	parte din producția obținută
VII Surse de energie pentru ecosistem	Energia electromagnetică solară şi în mult mai mică măsură energia chimică	Energia electromagnetică solară, energia combustibililor fosili şi alte surse auxiliare de energie
VIII Strategia ecosistemului	Strategia ecosistemului = maximizarea fluxului de energie	Strategia omului = maximizarea producției ecosistemului

9.4. Agroecosistemele – sisteme ecologice antropizate

- Sunt ecosisteme transformate, prin simplificare excesivă şi controlate de specia umană pentru producerea semiintensivă şi intensivă a cerealelor, legumelor, fructelor, plantelor tehnice şi a furajelor.
- Aceste ecosisteme preiau energia radiantă solară cu eficiență mare, datorită absenței competiției între producătorii primari.
- Au o structură mult simplificată, deoarece omul caută să impună una sau câteva specii de plante.
- Producătorii primari au efective foarte mari, iar distribuția în spațiu a indivizilor populațiilor acestora este aproximativ uniformă, ca urmare a intervenției omului, care stabileşte numărul de indivizi pe metru pătrat (de ex. la grâu, orz, secară) sau distanța dintre rânduri (de ex. la porumb, floarea soarelui, vita de vie, tomate).
- În culturile agricole, omul încearcă să fie principalul consumator, luptand prin diferite metode să înlature alte organisme consumatoare, pe care le consideră „dăunătoare".
- Prin aceasta, precum şi prin recoltarea producției obținute din cultură, omul modifică şi functia de circulație a materiei în agrosisteme, care se realizează prin puține canale largi, pe care omul caută să le dirijeze către sine.
- Blocarea scurgerilor de energie pe alte canale decât cele pe care omul caută să le dirijeze către sine se face cu consum de energie auxiliară (energia combustibililor fosili, energia mecanică a animalelor, substanțe chimice de sinteză).
- Având număr mic de specii şi, corelat cu acestea, un număr mic de nişe ecologice, lanțuri trofice puține şi scurte (scurtate prin intervenție antropică), rețele trofice simple (simplificate de om), ecosistemele agricole sunt instabile, cu capacitate redusă de autocontrol, dependente permanent de intervenția omului pentru menținerea speciilor considerate „utile" şi înlăturarea celor dăunătoare.

- Structura trofică a agrobiocenozelor este modificată (număr mic de specii din fiecare categorie trofică), ceea ce favorizează invazii ale dăunătorilor.
- Folosirea pesticidelor şi a îngrăşămintelor chimice, pentru distrugerea dăunătorilor şi creşterea productiei la hectar, determină perturbarea circuitelor biogeochimice existente şi declanşarea de noi circuite biogeochimice, în care sunt antrenați produşii sintetizați de om şi care nu există în ecosistemele naturale.
- În agrosisteme mediul fizico-chimic (biotopul) este modificat prin introducerea în rezervoare a produşilor de sinteză (pesticide, îngrăşăminte chimice), inexistenți în natură.
- Biotopul controlează biocenoza, determinând fluctuații în structura şi realizarea funcțiilor biocenozei.
- Variațiile componentelor fizico-chimice ale biotopului pot afecta stabilitatea agrosistemului, deci şi producția.
- Agrosistemele sunt ecosisteme „tinere” (aflate în faze succesionale de creştere), în care productivitatea este mare.
- Prin agricultură omul declanşează anual noi succesiuni, „întinerind” (scazând gradul de organizare) permanent ecosistemele agricole.
- În agrosisteme sunt utilizate două surse de energie:
  - *energia radiantă solară* captata de plante în procesul de fotosinteză şi transferată spre diferiți consumatori primari (inclusiv spre om);
  - *energia auxiliară* provenită din combustibilii fosili şi alte surse auxiliare de energie şi utilizată pentru fertilizare, aplicare de pesticide, irigații, mecanizarea lucrărilor agricole.
- Spre deosebire de ecosistemele naturale, unde acționează numai selecția naturală, în agrosisteme omul face şi o selecție artificială.

10. COMBATEREA INTEGRATĂ

10.1. Managementul integrat al dăunătorilor (Integrated Pest Management – IPM) – context, definiție, scop

Context

- Câteva decenii, pesticidele chimice au fost considerate singura metodă sigură de control a dăunătorilor, deoarece majoritatea pesticidelor s-au dovedit a fi eficiente, iar costul acestora reprezenta numai o mică parte din costurile totale de producție.
- Nu se acorda atenție unei abordări alternative, iar cazurile în care IPM-ul a avut succes au fost puține.
- În ultima perioadă s-a înregistrat o creştere rapidă a necesității unor soluții ale IPM, ca urmare a faptului că au devenit evidente limitele pesticidelor chimice.

Limitele utilizării pesticidelor chimice

1. A crescut cererea pentru o hrană sigură şi pentru conservarea mediului, pe măsura îmbunătățirii vieții oamenilor ca rezultat al dezvoltării economice.
2. Costul aplicării pesticidelor a crescut, deoarece persoanele tinere care lucrează în agricultură vor să-şi protejeze sănătatea.
3. Nu sunt uşor de găsit insecticide eficiente împotriva speciilor exotice.
4. Pesticidele din noua generație sunt mult mai costisitoare, deoarece multe sunt produse pe baze organice.
5. Unele specii endemice de dăunători pot dezvolta rapid rezistență la pesticide, astfel încât fermierii aplică cantități exorbitante de pesticide.
6. Utilizarea în creştere a insectelor polenizatoare în sere.

Definiție

Termeni utilizați pentru acest mod de abordare al controlului dăunătorilor:

- Controlul integrat
- Managementul dăunătorilor
- Managementul integrat al dăunătorilor
- Combaterea integrată a dăunătorilor
- Gestionarea integrată a dăunătorilor (OUG 34/2012)

- 64 definiții ale IPM
- IPM = modalitatea de a controla populațiile dăunătorilor prin armonizarea metodelor de control, precum utilizarea duşmanilor naturali ai dăunătorilor, a pesticidelor şi a practicile culturale (metodelor agrofitotehnice).

OUG 34/2012 pentru stabilirea cadrului instituțional de acțiune în scopul utilizării durabile a pesticidelor pe teritoriul României:

- *gestionarea integrată a dăunătorilor* – analizarea tuturor metodelor disponibile de protecție a plantelor şi integrarea ulterioară a unui ansamblu de măsuri adecvate, destinate să inhibe dezvoltarea populațiilor de organisme nocive şi să păstreze utilizarea produselor de protecție a plantelor şi a altor forme de intervenție la nivele care sunt justificate din punct de vedere economic şi ecologic şi care reduc sau minimizează riscurile pentru sănătatea umană sau mediu. Gestionarea integrată a dăunătorilor pune accentul pe creşterea unor culturi sănătoase prin metode care afectează cât mai puțin agro-ecosistemele şi încurajează mecanismele naturale de control a dăunătorilor.

Scop

- Scopul IPM nu este eradicarea sau înlăturarea dăunătorilor, ci managementul populațiilor de dăunători astfel încât pagubele economice şi efectele secundare negative asupra mediului să fie minimizate.
- La baza conceptului de IPM se află luarea unor decizii raționale pentru a preveni utilizarea excesivă a pesticidelor. Mai mult, IPM asigură protejarea mediului, realizarea unei agriculturi durabile şi obținerea unor produse agricole de calitate superioară.

- IPM poate fi un remediu pentru problemele economice cauzate de pesticide - creşterea preţului produselor alimentare, creşterea cheltuielilor publice pentru epurarea apei şi pentru serviciile medicale. Astfel, IPM poate conduce la creşterea veniturilor fermierilor, la menţinerea productivităţii, la îmbunătăţirea calităţii mediului şi la protecţia sănătăţii consumatorilor şi fermierilor.

10.2. Analiza istorică a managementului integrat al dăunătorilor

- În ultimele decenii abordarea problemei IPM s-a extins ca urmare a necesităţii rezolvării problemelor complexe ce apar în urma presiunii economice asupra segmentului agricol de producţie.
- Scopul programelor de management integrat este reducerea numărului dăunătorilor şi implicit a pierderilor importante cauzate culturilor agricole.
- Între 1940 şi 1950 o serie de probleme au fost generate de utilizarea extensivă a pesticidelor, în principal apariţia unor varietati de dăunatori rezistente la insecticide şi dispariţia unor populaţii de pradatori ai acestora.
- Teoria şi principiile care stau la baza IPM s-au dezvoltat în a doua jumătate a sec. XX.
- Înainte de cel de-al doilea război mondial, controlul dăunătorilor se realiza în principal prin practici culturale, precum aratul, rotaţia culturilor şi înlăturarea mecanică a dăunătorilor. După război, în toată lumea a început să fie utilizat DDT-ul şi alte insecticide organice pentru controlul dăunătorilor.
- Perioada cuprinsă între sfârşitul anilor 1940 şi jumătatea anilor 1960 a fost denumită „Era întunecată” a controlului dăunătorilor.
- În prima parte a anilor 1950, utilizarea regulată a pesticidelor a reprezentat baza practicilor de control a dăunătorilor în aproape toate fermele din ţările industrializate.
- Majoritatea cercetărilor erau orientate pe dezvoltarea şi aplicarea pesticidelor.
- La începutul anilor 1970, fermierii ajunseseră să se bazeze pe pesticide, iar celelalte metode de control nici măcar nu erau luate în considerare.
- Programele regulate de stropire cu pesticide erau dezvoltate ca o bază de rutină pentru prevenirea atacului dăunătorilor, care asigura un scut protector de pesticide

indiferent dacă dăunătorii erau prezenți sau nu într-un număr suficient de mare pentru a produce pagube economice.

- La puțin timp de la introducerea programelor de control a dăunătorilor bazate pe pesticide, au început să apară probleme legate de rezistența dăunătorilor, revenirea atacurilor dăunătorilor şi remanența pesticidelor.
- IPM a fost dezvoltat şi introdus ca şi concept în Statele Unite spre sfârşitul anilor 1950. *Controlul integrat* a fost dezvoltat pentru a armoniza controlul chimic cu controlul biologic.
- Smith şi Allen (1954) au stabilit controlul integrat ca tendință în entomologia economică. Concepul inițial se baza pe premisa că pesticidele puteau avea un impact minim asupra duşmanilor naturali ai dăunătorilor dacă erau aplicate la momentul potrivit şi în condiții potrivite.
- În această perioadă a fost introdus un alt concept important pentru IPM şi anume cel de „prag economic de daunare”.
- Acest concept se bazează pe cunoaşterea faptului că din punct de vedere numeric populațiile dăunătorilor fluctuează în mod natural. De aceea, măsurile de control ar trebui folosite numai pentru a preveni creşterea populației dăunătorilor la nivelul la care produc pagube economice.
- Orientarea IPM către tacticile care nu se bazează pe pesticide a început în anii 1980, incluzând utilizarea pe scară extinsă a metodelor culturale de control, introducerea speciilor sau soiurilor rezistente de plante şi utilizarea controlului biologic.
- Deşi, s-a obținut un număr mare de rezultate ale cercetării în privința eficienței IPM pe durata anilor 1970 şi 1980, acest tip de management al dăunătorilor nu a fost implementat de către fermieri pe scară largă înainte de anii 1990.
- Unul din principalele motive a fost lipsa suportului financiar pentru extensia IPM-ului.
- În anii 1990, în dezvoltarea IPM s-a pus puternic accentul pe tehnicile şi politicile de extensie (diseminare a informațiilor).

Modificări istorice ale conceptului şi abordării IPM

	Anii 1960	Anii 1970 şi 1980	Anii 1990
Scopul Managementului integrat al dăunătorilor	Suprimarea sau eradicarea dăunătorilor	Maximizarea producției	Conservarea ecosistemelor Reducerea costurilor de producție Îmbunătățirea tehnologiei agricole
Organismele țintă ale managementului	Un singur dăunător țintă	Dăunătorii principali din cultură	Toate organismele din ecosistemul țintă
Principalele metode de control a dăunătorilor	Utilizarea pesticidelor	Metode diverse: chimice, biologice şi culturale	Abordarea sistemică pentru a evita atacurile dăunătorilor
Biodiversitatea	Scăzută	Moderată sau destul de scăzută	Mare
Unitatea de implementare	Ferma individuală	Satul sau comunitatea	Ferma individuală
Unitatea de timp	Unități scurte de timp	Un singur sezon de cultivare	Semi-permenentă
Scopul cercetării	Dezvoltarea şi îmbunătățirea pesticidelor	Dezvoltarea unor metode alternative utilizării pesticidelor	Stabilirea sistemelor de management integrat al dăunătorilor Dezvoltarea şi extinderea metodologiei

10.3. Principiile combaterii integrate a dăunătorilor

1. *Nivele acceptabile ale dăunătorilor*
    - Accentul se pune pe *control*, nu pe *eradicare*.
    - Îndepărtarea totală a dăunătorilor este adesea imposibilă, iar încercarea poate fi costisitoare şi periculoasă pentru mediu.
    - Programele de combatere integrată stabilesc mai întâi nivelurile acceptabile de dăunare, numite *praguri de acțiune* şi apoi metodele de control ce trebuie aplicate în cazul în care aceste praguri sunt depăşite.
    - Pragurile de acțiune sunt specifice dăunătorilor şi locurilor/siturilor.
    - Dacă se permite populației unui dăunător să supraviețuiască la un nivel rezonabil, presiunea selecției naturale este redusă. În acest fel daunătorii nu dezvoltă rezistență la substanțele chimice produse de plante sau la cele administrate în cultură.

- Dacă sunt distruse multe din organismele dăunătoare, atunci cele care au devenit rezistente la substanțele chimice formează baza genetică pentru o populație nouă, mai rezistentă.

2. ***Practici culturale preventive***
   - Selectarea celor mai bune soiuri de plante pentru condițiile locale de creştere şi menținerea unor culturi sănătoase reprezintă prima linie de apărare împotriva dăunătorilor, alături de carantina fitosanitară şi tehnicile culturale, precum măsurile de igienă culturală.
3. ***Monitorizare***
   - Realizarea de observații periodice reprezintă punctul forte al combaterii integrate a dăunătorilor. Observațiile se realizează în două etape: inspecția şi identificarea.
   - Pentru monitorizarea nivelului dăunătorilor se folosesc o serie de metode, printre care inspecția vizuală, utilizarea de capcane.
   - Identificarea corectă a dăunătorului este crucială pentru succesul unui program de combatere integrată.
   - Esențiale sunt şi înregistrarea seriilor de date şi cunoaşterea detaliată a comportamentului şi ciclului de viață al speciei dăunătoare.
   - Pentru determinarea momentului optim în care anumite specii de insecte pot înregistra explozii numerice se monitorizează creşterea temperaturii mediului.
4. ***Metode mecanice de control***
   - Dacă populația unui dăunător atinge un nivel inacceptabil, primele metode de control ce trebuie luate în considerare sunt cele mecanice, precum adunarea şi distrugerea dăunătorilor.
5. ***Metode biologice de control***
   - Procesele biologice şi elementele naturale pot asigura un control al dăunătorilor cu un impact minim asupra mediului şi adesea la un preț scăzut.
   - Se pune accentul pe promovarea insectelor benefice, care se hrănesc pe seama speciilor dăunătoare țintă.

- În această categorie se încadrează şi bioinsecticidele obținute pe baza microorganismelor naturale (de ex. *Bacillus thuringiensis,* fungi entomopatogeni, nematode entomopatogene).

6. ***Utilizarea rațională a pesticidelor***
   - Pesticidele sintetice sunt utilizate numai atunci când este absolut necesar şi adesea numai într-un moment specific din ciclul biologic al speciei dăunătoare.
   - Multe din pesticidele din noua generație sunt obținute din plante sau din substanțe naturale (de ex., nicotina, piretrina, analogi ai hormonilor juvenili), a căror componentă activă a fost modificată în sensul creşterii activității biologice sau stabilității.

11. COMPONENTELE CONTROLULUI INTEGRAT AL POPULAȚIILOR DE INSECTE DĂUNĂTOARE

11.1. Metode preventive şi agrofitotehnice sau culturale

Carantina fitosanitară

- ***Carantina fitosanitară*** – totalitatea măsurilor care se aplică pentru a preântâmpina pătrunderea pe teritoriul țării a unor dăunători periculoşi plantelor, care nu au fost încă semnalați, pentru limitarea arealului de răspândire a unor specii dăunătoare existente numai în anumite zone sau pentru eliminarea unor focare izolate.
- *Dăunătorii de carantină* fitosanitară se pot răspândi pe mai multe căi:
  - prin migrări naturale;
  - prin transportul de produse agroalimentare din zonele infestate;
  - prin transportul materialului de înmulțire a plantelor din zone infestate în zone libere;
  - prin pământ transportat în diferite scopuri;
  - prin deşeuri vegetale, utilizate la ambalare;
  - prin mijloace de transport, pe care dăunătorii pot ajunge întâmplător şi apoi transportați la distanțe mari etc.
- Măsurile de carantină referitoare la preîntâmpinarea pătrunderii unor dăunători din alte țări constituie *carantina externă*, iar cele referitoare la limitarea răspândirii unor dăunători existenți pe teritoriul țării, dar cu areal limitat, *carantina internă*.
- Controlul fitosanitar se efectuează în toate vămile feroviare, maritime, în aeroporturi etc. Produsele de origine vegetală (semințe, puieți, altoi, butaşi, bulbi, tuberculi etc.) exportate, importate sau în tranzit trebuie să fie însoțite de certificate fitosanitare, prin care să se ateste că transporturile respective sunt lipsite de dăunători de carantină.
- Controlul fitosanitar se execută după anumite reguli, în funcție de specificul produselor analizate şi dăunătorii urmăriți, în conformitate cu listele oficiale a

obiectelor de carantină fitosanitară, cu clauzele contractuale şi convențiile multilaterale şi bilaterale încheiate între țări.

- Măsurile de carantină sunt asigurate de către direcțiile fitosanitare județene şi a municipiului Bucureşti.

Metode agrofitotehnice

- ***Metode agrofitotehnice*** sau ***culturale*** – folosite cu scopul principal de a asigura condiții optime de dezvoltare plantelor, dar dirijate corespunzător pot defavoriza dezvoltarea şi înmulțirea dăunătorilor şi pot contribui la creşterea acțiunii pozitive a duşmanilor naturali ai dăunătorilor.
- În general, măsurile agrofitotehnice sunt măsuri profilactice de mare importanță.
- Printre măsurile culturale care au un rol important în combaterea dăunătorilor şi mai ales a insectelor dăunătoare se numără:
    - *Asolamentrul*
    - *Lucrările solului*
    - *Aplicarea îngrăşămintelor minerale şi a amendamentelor*
    - *Alegerea terenului*
    - *Stabilirea şi respectarea epocii optime de semănat şi plantat*
    - *Asigurarea şi îmbunătățirea calității semințelor*
    - *Folosirea de material săditor sănătos*
    - *Lucrările de întreținere a culturilor*
    - *Recoltarea la timp a culturilor*
    - *Măsuri de igienă culturală*
    - *Practicarea unor culturi asociate*
    - *Cultivarea timpurie a unor plante în benzi capcană*

Asolamentul

- Constă în divizarea terenului de cultură în mai multe parcele şi repartizarea prin rotație a diferitelor culturi pe aceste parcele, cu revenirea unei culturi după mai mulți ani.
- Este favorabil plantelor prin succesiunea în timp şi spațiu a unor plante cu exigențe şi avantaje diferite față de structura şi compoziția solului.

- Este defavorabil dăunătorilor specifici culturilor respective, deoarece înmulțirea buruienilor sau a dăunătorilor animali este puternic stimulată de cultivarea pe aceeaşi parcelă timp de mai mulți ani a aceleiaşi specii de plante.
- Prin rotația culturilor se obțin rezultate bune împotriva unor dăunători specifici anumitor culturi prin alternarea cu alte culturi care nu constituie surse de hrană pentru speciile respective.
- Prin amplasarea noilor culturi la anumite distanțe de culturile vechi se pot reduce posibilitățile de infestare şi gradul de dăunare al insectelor specifice culturilor respective.

Lucrările solului

- În sol se dezvoltă diferite stadii ale ale unor specii de insecte (ouă, larve, pupe sau adulți).
- Aratul, grăparea, discuirea, lucrarea cu cultivatorul, săparea sau ararea solului sub coronamentul pomilor fructiferi
- Conduc la distrugerea dăunătorilor:
    - prin acțiunea mecanică a pieselor active ale diferitelor unelte sau maşini agricole,
    - prin îngroparea lor sub brazdă,
    - prin scoaterea lor la suprafață şi expunerea la acțiune factorilor abiotici (temperatură, umiditate etc.) şi biotici (păsări, mamifere, insecte prădătoare etc.).,
    - prin distrugerea buruienilor şi a samulastrei pe care dăunătorii îşi continuă dezvoltarea, după recoltare.

Aplicarea îngrăşămintelor minerale şi a amendamentelor

- *Aplicarea rațională a îngrăşămintelor minerale*, mai ales a celor azotoase şi potasice, pe lângă rolul pozitiv asupra plantelor, prin creşterea gradului de rezistență la atacul unor specii de dăunători, are şi o influență negativă asupra dăunătorilor.
- S-a constatat că azotatul de amoniu produce o mortalitate ridicată la viermii sârmă, iar superfosfatul la limacide şi nematode.

- *Amendarea cu var a solurilor acide* conduce la neutralizarea solurilor podzolice, acide, care sunt preferate de unele specii de insecte (de ex. viermii sârmă – larvele de coleoptere Elateridae).

Alegerea terenului

- Alegerea rațională a terenului de cultură are un rol însemnat în prevenirea atacului unor dăunători în cazul pepinierelor pomicole şi viticole şi a plantațiilor definitive.
- De exemplu, pentru prevenirea filoxerei (*Phylloxera vastatrix*) înființarea plantațiilor de viță de vie europeană pe rădăcini proprii este posibilă numai în solurile mai uşoare, nisipoase, care conțin peste 60 % siliciu, în care daunătorul nu găseşte condiții prielnice de dezvoltare.

Semănatul şi plantatul

- *Stabilirea şi respectarea epocii optime de semănat şi plantat* are un rol deosebit în protecția culturilor față de atacul dăunătorilot.
- Se face pentru fiecare zonă pedoclimatică, în raport cu ciclul biologic al dăunătorului şi cu "faza critică" a plantei (când este în cea mai mare măsură expusă atacului).
- Pentru evitarea distrugerii plantelor este recomandabil ca răsărirea acestora să nu aibă loc odată cu apariția în masă a principalelor specii dăunătoare, care în absența plantei de cultură, se vor hrăni şi îşi vor depune ouăle pe plante spontane din aceeaşi familie.

Asigurarea şi îmbunătățirea calității semințelor

- Asigurarea calității semințelor prin selecționarea de semințe sănătoase, din care vor germina plante viguroase.
- Îmbunătățirea calității semințelor prin curățire, sortare, eliminarea celor ce conțin insecte sau nematode dăunătoare, înlăturarea semințelor de buruieni.

Folosirea de material săditor sănătos

- Împiedică permanentizarea atacului şi răspândirea dăunătorilor autohtoni periculoşi.

- În cazul materialului săditor adus din import, se împiedică pătrunderea unor dăunători din alte zone, numiți *dăunători de carantină*.

Lucrările de întreținere a culturilor

- *Înlăturarea buruienilor* prin plivit, prăşit, poate duce la diminuarea atacului unor dăunători, deoarece acestea, pe lângă concurarea plantelor de cultură pentru nutrienți, apă, lumină, căldură, spațiu, contribuie la permanentizarea atacului, servind drept sursă suplimentară sau alternativă de hrană pentru dăunători.
- Prin *praşilele manuale şi mecanice* se distrug o parte din larvele dăunătorilor de sol, precum şi unele specii care se retrag în sol pentru împupare.
- Respectarea normelor de *irigare*, a udărilor şi a epocilor de aplicare are ca rezultat creşterea viguroasă a plantelor, care devin mai rezistente la atacul dăunătorilor.
- *Răritul şi completarea golurilor* - prin menținerea densității plantelor, conform tehnologiilor, se asigură condiții normale de dezvoltare.

Recoltarea la timp a culturilor

- În culturile de cereale, strângerea la timp a recoltei , la atingerea maturității fiziologice a plantelor, împiedică scuturarea boabelor şi formarea samulastrei pe care se dezvoltă mulți dăunători, diminuând şi pagubele produse de scuturarea boabelor de către adulții unor gândaci.

Măsuri de igienă culturală

- În cazul dăunătorilor care fac galerii în tulpinile de porumb, cânepă, floarea soarelui, tăierea plantelor la recoltare cât mai aproape de sol împiedică iernarea larvelor în resturile de tulpină rămase în câmp.
- În grădinile de legume, îndepărtarea sau încorporarea în sol a resturilor vegetale, duc la diminuarea atacului produs de unii dăunători specifici.

Practicarea unor culturi asociate

- Permite utilizarea mai bună a terenurilor şi obținerea unei conversii optime a energiei electromagnetice solare pe un anumit teritoriu.

- Este benefică şi prin defavorizarea dăunătorilor, prin alternarea unor plante din grupe diferite (de ex. porumb-fasole).

Cultivarea timpurie a unor plante în benzi capcană

- Benzile capcană se practică în apropierea locului unde va fi amplasată cultura, iar dăunătorii care se instalează în aceste benzi pentru hrănire sau depunerea ouălor, pot fi mai uşor distruşi.

11.2. Metode mecanice

- Sunt metode relativ simple, nepoluante, care au ca scop adunarea insectelor dăunătoare prin diferite procedee şi distrugerea lor.
- ***Adunarea insectelor pe cale manuală*** se practică mai ales în legumicultură, atât în câmp cât şi în spațiile protejate, şi constă în strângerea de pe plante a diferitelor stadii de dezvoltare ale dăunătorilor şi distrugerea lor prin diferite procedee.
- ***Adunarea insectelor cu ajutorul unor aparate*** purtate manual, hipotractate sau cu tracțiune mecanică.
- ***Şanțurile capcană*** se folosesc cu scopul de a proteja culturile de atacul unor insecte care se deplasează pe sol (de ex., gărgărița sfeclei).
- ***Brâie capcană*** se folosesc în pomicultură. Se confecționează din carton ondulat, legături de paie, pânză de sac etc. şi se fixează ca un brâu în jurul trunchiurilor şi ramurilor mai groase. Aceste adăposturi artificiale servesc la capturarea insectelor (adulți sau larve), care se retrag pentru împupare sau hibernare. După retragerea insectelor brâiele se desfac şi se distrug prin ardere.
- ***Inele cu clei*** se fixează în jurul trunchiurilor sau ramurilor mai groase ale arborilor, cu scopul de a se captura diferite specii de insecte dăunătoare în pomicultură.
- ***Tăierea ramurilor*** la pomii frunctiferi sau alți arbori, pentru distrugerea larvelor de fluturi care iernează în coroana arborilor, în “cuiburi” confecționate din frunze sau a pontelor unor defoliatori (de ex. , inelarul - *Malacosoma neustria*), care depun ouăle în spirală în jurul ramurilor subțiri. Ramurile adunate se distrug prin ardere.

- ***Tăierea coardelor de viță de vie*** are rol în reducerea atacului unor dăunători specifici, mai ales a celor producători de gale.
- ***Scuturarea pomilor*** pe prelate se practică în combaterea unor coleoptere dăunătoare, în perioada corespunzătoare apariției adulților. Se execută numai în cursul dimineții, când insectele se găsesc în stare de amorțire; insectele adunate se distrug prin diferite procedee.
- ***Răzuirea scoarței exfoliate a arborilor, a pontelor depuse de*** **Lymantria dispar** ***(omida păroasă a stejarului), a muşchilor şi lichenilor*** în care iernează unii dăunători.
- ***Momeli*** cu hrană simple sau în amestec cu insecticide sau momeli cu substanțe chimice volatile, atractante, se utilizează în controlul efectivelor unor insecte (de ex. coropişnița, lăcuste), gasteropode, rozătoare. Momelile simple servesc la concentrarea (adunarea) insectelor în anumite locuri, după care se procedează la distrugerea lor.
- ***Jetul de apă sub presiune*** (peste 600 atmosfere) a fost utilizat împotriva afidelor dăunătoare arborilor plantați pe marginea străzilor, în oraşe.

11.3. Metode fizice

- Presupun utilizarea unor factori fizici – temperatură, lumină, umiditate, ultrasunete, radiații ionizante, pentru controlul populațiilor unor organisme dăunătoare.
- ***Metode termice:***
  - utilizarea temperaturilor scăzute sau ridicate pentru distrugerea dăunătorilor (acarieni, insecte) din depozite,
  - utilizarea vaporilor de apă supraîncălziți pentru distrugerea nematodelor din sol în sere şi răsadnițe,
  - arderea cuiburilor de omizi din pomii fructiferi,
  - arderea resturilor de plante din câmp (miriştea) sau din grădini de zarzavaturi.
- ***Utilizarea luminii*** emisă de lămpi cu acetilenă, becuri electrice etc. în capcane luminoase, pentru atragerea adulților unor lepidoptere sau coleoptere, urmată de distrugerea lor mecanică sau chimică.

- ***Utilizarea de pulberi deshidratante*** (silicagel, magnezie calcinată) amestecate cu produse vegetale, în vederea distrugerii prin deshidratarea corpului a limacidelor şi unor insecte dăunătoare produselor depozitate.
- ***Utilizarea ultrasunetelor*** se bazează pe înregistrarea sunetelor emise de unele insecte şi difuzarea lor amplificată în scop concentrării acestora în anumite locuri în vederea distrugerii lor.
- ***Utilizarea radiațiilor ionizante*** se foloseşte pentru distrugerea unor dăunători ai produselor depozitate.

11.4. Metode biologice

Conform **Organizației Internaționale de Luptă Biologică (OILB)**, controlul biologic reprezintă "utilizarea organismelor vii sau a produselor lor, pentru a preveni sau reduce pierderile sau daunele produse de organismele dăunătoare".

În funcție de originea dăunătorilor împotriva cărora au fost orientate măsurile biologice de intervenție pentru diminuarea pagubelor produse de aceştia, controlul biologic a avut două perioade:

- *perioada „clasică"*, în care atenția era orientată împotriva dăunătorilor pătrunşi din alte zone (alohtoni);
- *perioada „modernă"*, în care se pune accentul pe controlul dăunătorilor din fauna locală (autohtoni).

Contextul în care se desfăşura controlul biologic „clasic":

- nu se utilizau pesticide în controlul populațiilor dăunătorilor,
- intervenția omului în culturi în scopul reducerii efectivelor dăunătorilor se făcea prin metode nepoluante (mecanice, fizice, agrofitotehnice);
- dăunătorii autohtoni nu creau mari probleme, fiind ținuți sub control de duşmanii lor naturali,
- produceau daune numai unele specii introduse din alte zone (dăunători alohtoni), care nu aveau duşmani naturali în noile zone de aclimatizare.

Contextul în care se desfăşoară controlul biologic modern:

- utilizarea excesivă a pesticidelor a dus la *creşterea frecvenței şi a intensității atacului dăunătorilor autohtoni*, datorită selectării unor rase de dăunători rezistente la toxicitatea pesticidelor;
- *depresia populațiilor duşmanilor naturali* afectați de pesticide, astfel încât aceştia nu mai pot ține sub control populațiile dăunătorilor;
- în biocenozele ecosistemelor agricole şi forestiere, cu structura afectată de utilizarea pesticidelor, *se înregistrează cu mai mare frecvență şi intensitate, pătrunderi şi înmulțiri ale unor dăunători alohtoni*.

Metode biologice:

- Utilizarea insectelor parazitoide şi prădătoare (zoofagilor);
- Utilizarea insectelor fitofage în controlul populațiilor unor plante spontane;
- Utilizarea patogenilor (virusuri, bacterii, ciuperci, protozoare);
- Metoda hormonală;
- Metoda autocidă sau genetică;
- Selectarea şi utilizarea de soiuri şi hibrizi de plante cu rezistență la atacul dăunătorilor;
- Crearea şi introducerea în cultură a plantelor transgenice;
- Utilizarea insectelor în controlul dejecțiilor mamiferelor domestice;
- Protejarea în natură şi dirijarea dinamicii populațiilor duşmanilor naturali.

11.5. Metode chimice

- Metodele chimice în protecția plantelor se bazează pe utilizarea unor substanțe naturale sau de sinteză, numite *produse fitofarmaceutice* sau *pesticide*.
- Metodele de control chimic reprezintă o componentă importantă în complexul măsurilor de control integrat al dăunătorilor datorită avantajelor mari pe care le prezintă:
  - au acțiune imediată, rapidă, ducând pe moment la depresia populațiilor organismelor dăunătoare şi la înlăturarea pierderilor de recoltă;
  - distrugerea dăunătorului se poate face pe suprafețe mari;
  - eficacitatea tratamentelor chimice este foarte ridicată;

- unele produse fitofarmaceutice sunt compatibile (se pot amesteca între ele) şi se pot folosi în tratamente mixte pentru combaterea simultană a unor dăunători şi a unor paraziți vegetali;
- sunt uşor de aplicat – există posibilitatea aplicării mecanizate a produselor fitofarmaceutice (cu aparatură terestră de mare capacitate, cu avioane şi helicoptere).

12. METODE BIOLOGICE DE CONTROL A DĂUNĂTORILOR

12.1. Utilizarea insectelor parazite şi prădătoare (zoofagilor)

- Combaterea biologică cu ajutorul zoofagilor se poate realiza prin folosirea prădătorilor şi paraziților autohtoni sau importați (alohtoni) din alte țări.
- Utilizarea zoofagilor indigeni presupune identificarea şi înmulțirea speciilor cele mai eficiente locale şi lansarea lor în culturile atacate de dăunători.
- Folosirea zoofagilor alohtoni constă în introducerea acestora din alte țări (continente), apoi creşterea în masă şi aclimatizarea lor la noile condiții. Aceştia pot fi folosiți atât împotriva unor dăunători autohtoni, cât şi împotriva unor specii din țara de origine a prădătorului sau parazitului, care au fost introduse în țara respectivă, mai ales prin importul diferitelor produse vegetale.
- Creşterea entomofagilor şi acarofagilor şi lansarea lor în masă în culturi după tehnologii moderne alcătuiesc metodele biologice care s-au impus în protecția plantelor.

Exigențe în utilizarea insectelor parazitoide şi prădătoare

- Identificarea corectă a speciilor importate sau crescute în condiții dirijate;
- Alegerea speciilor monofage sau oligofage de duşmani naturali, specifici dăunătorilor respectivi;
- Cunoaşterea ciclului biologic, a spectrului trofic, prolificității, efectivului populațiilor care trebuie ținut sub control;
- Elaborarea unei prognoze corecte a dinamicii populațiilor dăunătorilor, pentru avertizarea măsurilor de intervenție;
- Estimarea gradului de concordanță a ciclului biologic şi a prolificicății duşmanilor naturali, cu parametrii corespunzători ai speciilor împotriva cărora sunt utilizați;
- Investigarea factorilor abiotici şi biotici care induc dinamica populațiilor entomofagilor;

- Respectarea unor măsuri de carantină fitosanitară;
- Selectarea pentru import sau creşterea în condiții dirijate a unor specii eficiente, cu prolificitate ridicată, capacitate mare de căutare a gazdei sau prăzii, rezistență față de acțiunea nefavorabilă a factorilor abiotici;
- Stabilirea unui substrat trofic adecvat pentru creşterea în condiții dirijate a entomofagilor, care să fie acceptat şi să nu influențeze negativ, viabilitatea, prolificitatea şi longevitatea acestora;
- Urmărirea permanentă a implicațiilor ecologice ale măsurilor întreprinse, cu încercarea de dirijare corelată a efectivelor populațiilor entomofagilor şi dăunătorilor.

12.2. Utilizarea organismelor fitofage în controlul populațiilor unor plante spontane

- Presupune identificarea unor specii monofage, autohtone sau introduse din alte zone, care să contribuie la depresia substanțială a plantelor pe care omul le consideră dăunătoare.

Exemple:

- Pentru controlul plantei medicinale *Hypericum perforatum* (sunătoare), introdusă în Australia în 1880 de o imigrantă din Germania şi care invadase mari suprafețe de păşune, în perioada1928-1940 au fost importate din Franța şi Anglia o specii de insecte fitofage, dintre care cele mai eficiente au fost 2 specii de coleoptere Crisomelidae – *Chrysolina quadrigemina* şi *C. hyperici*.
- În Europa, cu ajutorul unor specii fitofage s-au desfăşurat acțiuni de control al efectivelor unor plante, precum *Cyrsium sp.* (pălămida, scai), *Convolvulus arvensis* (volbura), *Myriophillum spicatum* (plantă submersă, în ape stagnante), *Cuscuta campestris* (plantă parazită). Organismele fitofage utilizate au fost nematode, acarieni şi în deosebi insecte (coleoptere şi lepidoptere).

12.3. Utilizarea patogenilor (virusuri, bacterii, ciuperci, protozoare)

- Metoda presupune utilizarea unor preparate microbiologice (biopreparate), realizate în stații pilot sau la scară industrială, pe bază de virusuri, bacterii, ciuperci, protozoare. Aceste organisme patogene produc îmbolnăviri în masă la

organismele pe care omul le consideră dăunătoare. Biopreparatele folosite împotriva insectelor dăunătoare se mai numesc şi insecticide biologice.

- **Biopreparatele virotice** sunt produse biologice pe bază de virusuri, obținute prin infectarea "in vivo" a gazdelor din care se extrag apoi, prin procedee speciale, virusurile înmulțite. Cele mai multe biopreparate au la bază virusurile poliedrice nucleare (VPN) şi virusurile granulozei (VG), care aparțin familiei *Baculoviridae*.
- Baculovirusurile pătrund în corpul insectelor pe cale digestivă. Cantitatea virusurilor după utilizare se măreşte de miliarde de ori, spre deosebire de pesticidele chimice, care după folosire se descompun în alți metaboliți, uneori mai toxici.
- Baculovirusurile nu sunt toxice pentru om şi organismele utile şi nu prezintă pericol pentru mediul înconjurător. Nu sunt cancerigene, iar apariția rezistenței la infecțiile cu baculovirusuri nu s-a constatat până în prezent. Problemele complexe privind producerea preparatelor virale se ridică în legătură cu apariția diferitelor tipuri de mutații, atât la baculovirusuri cât şi la organismele gazdă.
- **Biopreparatele bacteriene** sunt produse biologice pe bază de bacterii entomopatogene. Speciile *Bacillus thuringiensis, B. lentimorbus* şi *B. popilliae* din familia *Bacillaceae* sunt folosite, în cea mai mare măsură, pentru producerea industrială a unor preparate entomopatogene.
- Cea mai importantă specie este *Bacillus thuringiensis*, care produce îmbolnăviri la larvele unor specii de fluturi şi de gândaci. În natură, *Bacillus thuringiensis* are o mare răspândire.
- Preparatele bacteriene au la bază sporii şi/sau cristalele proteice ale diferitelor varietăți ale speciei *Bacillus thuringiensis.*
- Preparatele bacteriene nu sunt toxice şi active, sub aspectul patogenității, față de om, de vertebratele superioare şi de insectele folositoare (cu excepția viermelui de mătase).
- **Biopreparatele fungice** sunt produse biologice care au ca principiu activ sporii ciupercilor entomopatogene.
- Ciupercile entomopatogene, deşi se întâlnesc în toate clasele sistematice, pentru regiunile cu climat temperat cele mai numeroase şi mai importante specii aparțin clasei *Deuteromycetes* (*Fungi imperfecti*). Din această clasă cele mai importante

specii de ciuperci entomopatogene fac parte din genurile: *Beauveria, Metarrhizium, Sorosporella, Verticillium* etc.

- **Utilizarea protozoarelor entomopatogene** – unele specii de protozoare parazite la insecte sunt folosite pentru diminuarea efectivelor unor dăunători, prin contaminarea lor cu spori sau chişti.

12.4. Metoda hormonală

- Presupune ținerea sub control a populațiilor insectelor dăunătoare, prin folosirea endohormonilor şi exohormonilor produşi de insecte, a analogilor lor de sinteză, dar şi a alomonilor şi kairomonilor produşi de plante.

Endohormonii sunt substanțe produse de glandele endocrine ale insectelor, care țin sub control creşterea, dezvoltarea şi activitatea insectelor. Administrarea acestor hormoni produce tulburări grave ale acestor procese, ce conduc în ultimă instanță la moartea insectelor.

- Administrarea ***ecdizonului*** (hormonul ce controlează procesul de năpârlire) în doze mari în stadiile juvenile împiedică metamorfoza, ducând la accelerarea proceselor de năpârlire. Acest hormon nu prezintă importanță practică deosebită în controlul populațiilor dăunătorilor, din cauza slabei penetrări prin cuticula insectelor.
- ***Hormonii juvenili***, care conservă starea juvenilă, administrați în doze mari, dezorganizează sau opresc metamorfoza, prelungind stadiul larvar şi împiedicând împuparea şi apariția de adulți normali. S-au sintetizat analogi ai hormonilor juvenili, care poartă denumirea de ***substanțe juvenoide***, care inhibă metamorfoza, împiedică împuparea sau emergența adulților, duc la supresia sau inhibarea reproducerii.

Exohormonii sunt substanțe exocrine produse de glande speciale localizate la nivelul tegumentului, al epiteliilor intestinal şi malpighian, în cavitatea corpului, care difuzează în mediul extern şi mediază un permanent flux informațional intraspecific şi interspecific. Două categorii de exohormoni:

- ***alomoni***, care transmit mesaje interspecifice (între indivizi aparținând la specii diferite):

- *alomoni propriu-zişi* (ex. secreții repelente, venin), care favorizează organismul emițător;
- *kairomoni* (ex. atractanții de nutriție, secrețiile victimei ce atrag prădătorii), care favorizează organismul receptor;

- ***feromoni***, care transmit mesaje intraspecifice (între indivizi aparținând aceleiaşi specii):
  - *feromoni de dezvoltare* (de amorsare sau metabolici), care determină modificări ale dezvoltării şi metabolismului organismelor receptoare (ex. feromoni ce reglează relațiile din interiorul coloniei la insectele sociale);
  - *feromoni de acțiune* (de declanşare), care declanşează acțiuni sau modificări de comportament la organismele receptoare (ex. feromoni sexuali, de marcare, agregare, alarmă, ovipoziție, de recunoaştere a membrilor coloniei, a cuibului).

Produsele feromonale se folosesc în *capcane feromonale*, care pot fi utilizate în trei scopuri:

- pentru stabilirea prezenței speciei în zonă, estimarea mărimii şi dinamicii populațiilor, a numărului de generații, în vederea avertizării metodelor de intervenție; se folosesc capcane feromonale cu doze reduse de feromoni;
- pentru realizarea unei dezorientări a masculilor (metodă numită „confuzia masculilor" sau „confuzie sexuală"), care nu mai participă la copularea femelelor astfel că se ajunge indirect la depresia efectivelor populațiilor dăunătorilor; se folosesc capcane feromonale cu doze mari de feromoni;
- pentru captarea în masă a masculilor atraşi de feromon, ceea ce duce la scăderea accentuată a efectivului, mai ales în noua generație.

Alomonii produşi de unele plante acționează ca substanțe antibiotice, repelente, inhibitori de hrănire sau de ovipoziție. În programele de control integrat, se folosesc alomonii cu acțiune de inhibare a hrănirii, ca extracte din plante, ca analogi de sinteză sau prin intercalarea în culturi a plantelor cu acțiune repelentă.

Kairomonii emişi de plante acționează ca atractanți sau ca stimulatori de hrănire sau de ovipoziție. În programele de control integrat, kairomonii au fost folosiți ca atractanți sau ca momeli toxice. Recent şi în protecția culturilor s-a recurs la folosirea plantelor

transgenice, la care este blocată expresia genelor în genomul kairomonilor, care în natură acționează ca atractanți sau ca stimulatori de ovipoziție.

12.5. Metoda genetică sau autocidă

- Conform definiției OMS (1964), metoda reprezintă:

  „utilizarea tuturor condițiilor şi metodelor de tratament susceptibile de a reduce potențialul reproducător al speciilor dăunătoare, printr-o alterare sau substituire a materialului ereditar".

- Metoda a fost numită "*autocidă*", deoarece se foloseşte o speciei pentru controlul propriului efectiv.
- Principalul mijloc biologic folosit în cazul autocidiei îl constituie *indivizii sterilizați*, în special masculii.
- Metoda are la bază:
  - efectul sterilizant al radiațiilor ionizante, ultraviolete (*radiosterilizarea*) sau al unor substanțe chimice (*chimiosterilizarea*),
  - o serie de *manipulări genetice*, care duc la depresia dăunătorilor, prin introducerea în populațiile lor, a unor factori sterilizanți sau letali.
- ***Chimiosterilizarea*** are ca efect reducerea sau suprimarea capacității de reproducere, ducând la moartea ovulelor şi spermatozoizilor sau inducând formarea unor elemente sexuale cu tare genetice, ce determină o embriogeneză defectuoasă sau sterilitate ouălor rezultate.
- Chimiosterilizarea se face în natură, cu substanțe chimice care pătrund în corpul dăunătorului prin ingestie sau prin contact.
- Substanțele chimiosintetizante pot fi:
  - *agenți alchilanți*, care acționează asupra moleculelor de ADN, alchilând grupările fosfatice, ceea ce duce la ruperea lanțului principal al moleculei de ADN; la insecte produc suprimarea potențialului reproducător la masculi şi uneori sterilizarea ambelor sexe;
  - *agenți antimetabolizanți*, care se încorporează în sistemele enzimatice ale insectelor şi duc la sterilizarea femelelor sau suprimarea potențialului reproducător la ambele sexe.
- ***Radiosterilizarea*** se face numai în laborator cu ajutorul radiațiilor X şi gama.

- Masculii iradiați nu sunt sterili, spermatozoizii lor mobili fecundează ovulele, dar embrionul nu este viabil din cauza apariției unor mutații letale.
- La femelele iradiate acuplarea poate avea loc, dar ouăle sunt sterile într-un procent foarte mare.
- Reducerea efectivului este teoretic proporțională cu raportul existent, după introducere, dintre insectele sterile lansate şi cele fertile existente în natură.
- Astfel, la un raport de 1:1, are loc o reducere de 50% a potențialului de reproducere a populației naturale, iar la un raport de 9:1 se produce o reducere de 90%.
- Manipularea genetică se referă la:
    - realizarea de *hibrizi interspecifici*, cu masculi sterili, mai numeroşi decât femelele şi cu capacitate mai mare de concurență sexuală,
    - lansarea de masculi care sunt sterili, transmit sterilitate sau sunt purtători ai unor gene care determină alterări sexuale, ceea ce în descendență duce la creşterea numărului de masculi şi scăderea numărului de femele.
- Combaterea insectelor prin autocidie este eficace numai dacă se aplică pe suprafețe foarte mari şi izolate de populațiile aceleeaşi specii prin obstacole naturale (mări, munți, deşerturi etc.) sau artificiale (zone carantinate, regiuni tratate chimic etc.).
- În combaterea autocidă a insectelor se folosesc următoarele metode genetice:
    - *tehnica insectelor sterile,*
    - *sterilitatea moştenită,*
    - *sterilitatea prin retroîncrucişare*.
- ***Tehnica insectelor sterile*** presupune utilizarea radiațiilor ionizante pentru sterilizarea masculilor şi lansarea acestora în mijlocul populației naturale. Toate femelele care se împerechează cu masculii iradiați depun ouă nefertile, având loc în acest mod reducerea puternică a populației respective.
- Prin lansări repetate, şi la generațiile următoare, se ajunge la eradicarea dăunătorului sau, de regulă, la reducerea densității acestuia sub nivelul pragului de dăunare.
- Întrucât insectele lansate sunt total sterile, supresia dăunătorului a cărui suprimare se urmăreşte încetează odată cu întreruperea lansărilor de indivizi sterili.

- ***Sterilitatea moştenită*** este o metodă care se bazează pe folosirea în combaterea unor specii dăunătoare a insectelor parțial sterile, obținute prin iradiere cu doze scăzute de radiații.
- Avantaje față de tehnica care foloseste insecte total sterile:
  - efectul supresiv al sterilității moştenite la indivizii din prima generație continuă şi în următoarele 2-3 generații,
  - masculii parțial sterili sunt mai competitivi, au o capacitate mai mare de transfer a spermei, iar ritmul lor biologic este sincron cu acela al insectelor naturale întrucât urmaşii în prima generație sunt crescuți în condiții de câmp.
- Şi în acest caz sunt necesare lansări repetate până când populația naturală scade sub pragul economic de dăunare, deoarece supresia se va diminua treptat. După atingerea acestui obiectiv este nevoie de lansări permanente, la un nivel mai redus, de menținere a efectului pentru a preveni refacerea populației dăunătorului.
- ***Sterilitatea prin retroîncrucişare (S.R.)*** constă în introducerea în populația naturală a unor factori de sterilitate, care persistă pe termen nelimitat.
- Se realizează prin lansarea de masculi sterili S.R. care produc spermă anormală eupirenă (spermatoizi fără nucleu, neviabili), şi ca urmare fecundarea femelelor nu are loc.
- Efectul supresiv al sterilității prin retroîncrucişare este mult mai mare decât în cazul tehnicii insectelor sterile şi sterilizării moştenite întrucât masculii şi femelele lansate nu au fost iradiate, iar comportamentul lor este aproape identic cu cel al adulților din natură.
- Femelele retroîncrucişate atrag mai mulți masculi decât femelele native şi produc la fel de mulți urmaşi.

12.6. Selectarea şi utilizarea de soiuri şi hibrizi de plante cu rezistență la atacul dăunătorilor

Presupune:

- obținerea de soiuri de plante rezistente, cu mecanisme mai eficiente, fizice sau chimice, de apărare față de fitofagi;

- crearea de *plante transgenice*, cu proprietăți insecticide sau cu rezistență față de virusurile fitopatogene.

Rezistența plantelor la dăunători este condiționată de interacțiunea plantă-dăunător ca rezultat al unui proces evolutiv îndelungat în cursul căruia s-a realizat un mecanism de aparare al plantei gazdă pe de o parte şi o adaptare la aceste mecanisme defensive a dăunătorului pe de altă parte.

Sunt considerate rezistente la dăunători plantele (soiurile, hibrizii) care pot da recolte mai mari şi de calitate mai bună decât altele, în cazul unui atac produs de un număr egal de dăunători.

- Rezistenta plantelor fata de dăunătorii animali se clasifica în:
    - ***Nepreferință*** - implică toate însuşirile plantei ce împiedică utilizarea acesteia ca hrană, adăpost sau pentru depunerea pontei. De ex., culoarea, stimuli chimici.
    - ***Antibioză*** - reprezintă capacitatea plantei gazdă de a influnța negativ dezvoltarea dăunătorului. Se manifestă prin mortalitatea ridicată mai ales în primele stadii de dezvoltare a dăunătorului, prin scăderea capacității de reproducere a femelelor, prin reducerea dimensiunii corporale sau apariția de anomalii în ciclul biologic.
    - ***Toleranță*** - se referă la capacitatea plantei gazdă de a se reface, dezvolta şi înmulți în mod satisfăcător în urma atacului.

Factorii care determină rezistență plantelor la atacul dăunătorilor sunt de natură biochimică sau biofizică.

Factorii biochimici sunt reprezentați de diferite substanțe, precum alcaloizii, glicozizii etc. ,care produc perturbarea proceselor fiziologice şi metabolice ale dăunătorului, împiedicand dezvoltarea normală a acestuia.

12.7. Crearea şi introducerea în cultură a plantelor transgenice

- ***Plantele transgenice*** sunt plante modificate genetic, care au atât o capacitate crescută în producerea de aminoacizi esențiali, vitamine, acizi graşi etc., cât şi proprietăți insecticide şi rezinstență față de virusuri fitopatogene.
- S-a recurs la *transferul în genomul plantelor a unor gene bacteriene producătoare de endotoxine*, astfel că plantele se apără singure.

- Tehnicile moderne de transfer a genelor folosesc ca vector transmițător bacteria *Agrobacterium tumefaciens* sau bacteria *Escherichia coli*.
- Exemplu: crearea plantelor de cartof "Bt" din soiul Russet Burbank, care sunt protejate de atacul gândacului din Colorado (*Leptinotarsa decemlineata*). În genomul acestor plante a fost transferată gena Cry III patotip C de la *Bacillus thuringiensis* var. *tenebrionis*.

13. METODE CHIMICE DE CONTROL A DĂUNĂTORILOR

13.1. Istoricul folosirii pesticidelor

- Pesticidele au un istoric al utilizării determinat de natura produselor şi componentelor folosite în sinteza acestora.
- *Prima generație de insecticide* a fost reprezentată de substanțe anorganice, compuşi ai arsenului şi fluorului, facând parte din categoria insecticidelor de ingestie.
- Aceste substanțe chimice au avut o durată mică de folosire, fiind foarte toxice pentru organismele vegetale şi animale.
- *A doua generație de insecticide.* Ulterior insecticidele folosite în programele de control au avut la bază *produse organice de sinteză*, mai întâi pe bază de clor (*organoclorurate*), apoi pe bază de fosfor (*organofosforice*) şi ulterior pe bază de *piretrine*.
- Aceste produse chimice au fost utilizate intens în ultimele decenii ale secolului XX, dezvoltându-se mult în cadrul industriei chimice.
- În această etapă, descoperirea DDT-ului (diclordifeniltricloretan), sintetizat prima dată în 1874 în Austria şi resintetizat în1939 de P. Muller care îi pune în evidență însuşirile insecticide, deschide o nouă etapă în dezvoltarea metodelor chimice de combatere.
  - Produsul tehnic DDT este un amestec de mai mulți izomeri cu efect de contact şi o durată mare de actiune; a fost utilizat cu succes în cel de al 2-lea razboi mondial, împotriva insectelor transmițătoare de boli (de aceea, în 1948 descoperitorului i s-a acordat premiul Nobel pentru fiziologie şi medicină). După razboi, agricultura a apelat şi ea la DDT în primul rând împotriva gândacului din Colorado şi a insectelor dăunatoare culturilor de bumbac.

    - Un alt produs organoclorurat a fost HCH-ul (hexaclorciclohexan) care, deşi descoperit în 1825, a început sa fie folosit intens din 1940. Produsul tehnic HCH este, de asemenea, un amestec de izomeri cu o actiune de şoc, iar persistența şi tendința de acumulare sunt mai reduse în comparație cu DDT-ul.
    - În acestă perioadă industria chimică a pus la dispoziția protecției plantelor o gamă largă de *produse organoclorurate* pe bază de DDT, HCH sau amestecuri ale acestora, prin care s-a urmărit combinarea acțiunii de şoc a HCH-ului cu durata de acțiune a DDT-ului.
- Cu produsele organoclorurate s-au aplicat tratamente intensive şi cu remanență mare.
- După câteva decenii de utilizare a DDT-ului şi după introducerea sa pe scară largă în practica sanitară, agricolă şi forestieră s-a crezut ca el va constitui soluția absolută şi definitivă a tuturor problemelor ridicate de insectele dăunătoare.
- Cercetările ulterioare au arătat ca DDT-ul se acumulează în țesuturile organismelor producând perturbații şi disfuncții majore şi generând efecte teratogene. În sistemele naturale degradarea este foarte lentă, iar prezența sa a fost determinată la toate nivelurile trofice.
- Aceste efecte secundare au fost semnalate mai târziu şi pentru alte insecticide organoclorurate.
- Această grupă de insecticide a fost interzisă de organizațiile internaționale.
- În acelați timp s-au intensificat cercetările pentru obținerea unor produse eficiente, dar lipsite de remanență -*insecticide organofosforice*.
- Aceste produse nu se acumulează în organismul animal şi uman, se degradează biologic mai repede (au deci remanență redusă), în schimb sunt mult mai toxice decât cele organoclorurate.
- Unele substanțe organofosforice au acțiune sistemică.
- Datorită toxicitatii lor utilizarea substanțelor organofosforice este restrânsă.
- *Pesticidele identic naturale* sunt compuşi de sinteză similari cu substanțele toxice conținute de unele plante (de ex. *Pyrethrum cinerariaefolium* are însuşiri insecticide cunoscute încă din secolul al XVIII-lea).

- Primele asemenea insecticide au conținut *piretrine naturale* extrase în diferiți solvenți sau pulberi obtinuțe din măcinarea inflorescențelor.
- Sinteza artificială a piretrinelor a dus la crearea unei grupe de insecticide foarte apreciate, *piretroizi de sinteza:*
    - cu toxicitate foarte ridicată față de multe grupe de insecte dăunatoare,
    - cu acțiune de şoc (după ingestie),
    - cu remanență redusă,
    - uşor biodegradabile,
    - lipsite de toxicitate față de plante şi de om.
- Piretroizii de sinteză se utilizează în doze foarte mici, fiind astfel limitate efectele negative, motiv pentru care au o utilizare foarte largă.
- Din această categorie, *Decis-25*, pe baza de deltametrin, este utilizat în combaterea insectelor defoliatoare.
- Alți compuşi activi au fost obtinuți din plante, în special din plante medicinale.
- S-au obținut extracte din semințe, fructe şi frunze de *Juglans regia*, *Artemisia absinthium, Rosa canina* etc., care au un caracter selectiv.

13.2. Clasificarea pesticidelor

- Pesticidele,utilizate în combaterea dăunătorilor animali pot fi clasificate în diferite feluri: după grupa de dăunători împotriva cărora se folosesc, după modul de acțiune, după compoziția lor chimică etc.
- Din punct de vedere al grupei dăunătorilor ce se combat se cunosc următoarele grupe de pesticide:
    - *insecticide*, folosite în combaterea insectelor;
    - *acaricide* sau *miticide*, utilizate în combaterea speciilor de acarieni;
    - *nematocide,* pentru combaterea nematodelor;
    - *moluscocide* (*limacide*, *helicide*), care se aplică împotriva melcilor;
    - *rodenticide* şi *raticide,* folosite în combaterea rozătoarelor.
- Pesticidele se pot clasifica şi după modul lor de acțiune:
    - *pesticide de contact*, care pătrund în corp prin tegument şi acționează asupra insectelor în toate stadiile (ou, larvă, pupă şi adult); fac parte insecticidele organoclorurate, organofosforice şi piretrinele;

- *pesticide de ingestie*, care acționează asupra dăunătorilor după ce sunt introduse în tubul digestiv, odată cu hrana;
- *pesticide asfixiante* (*gazoase* sau *fumigante*), acționează sub formă de vapori sau gaze toxice şi pătrund în corp prin căile respiratorii; se utilizează în spații închise (depozite de semințe, sere) sau împotriva insectelor din sol, situații în care se pot realiza concentrații toxice; exemple: bioxidul de sulf, sulfura de carbon, cloropicrina şi acidul cianhidric.
- *pesticide mixte,* care au acțiune complexă : de ingestie, de contact şi chiar asfixiantă;
- *pesticide sistemice*, care patrund în plante prin radacini, tulpină, frunze, fiind apoi transportate prin țesuturi şi sevă în tot corpul plantei; acționează asupra insectelor endobionte (xilofage, miniere); au actiune sistemică o serie de produse organofosforice;
- *pesticide insectifuge* - substanțe repelente care fac ca unele insecte să se îndepărteze de sursa care le emană (naftalina utilizată pentru conservarea colectiilor de insecte, dar şi în gospodarii pentru apărarea țesăturilor atacate frecvent de molii);
- *momeli toxice* formate dintr-un produs atractant în care este încorporat un produs toxic (pe bază de arsen, fosfor, fluor), utilizate în pepiniere împotriva coropişnitelor şi a larvelor sârmă.

13.3. Dezavantajele metodelor chimice

Principalele dezavantaje ale metodelor chimice sunt următoarele :

- *poluarea mediului înconjurător* datorită folosirii neraționale a produselor fitofarmaceutice, îndeosebi a celor cloroderivate şi organofosforice. Reziduurile toxice ale acestor produse s-au găsit în cantități însemnate, adesea peste toleranțele admise, în sol, în apele curgătoare, în lacuri, în pânzele freatice etc. Prezența lor a fost semnalată de asemenea în produsele vegetale şi animaliere;
- *apariția raselor de dăunători rezistenți la unele produse fitofarmaceutice* ca urmare a utilizării intensive a combaterii chimice şi aplicării repetate a tratamentelor cu preparate care au la bază aceeaşi substanță activă;

- *dereglarea echilibrului biocenotic natural*, care are ca urmare înmulțirea în masă a dăunătorilor. Acest fenomen apare frecvent în cadrul agrobiocenozelor datorită distrugerii prin tratamente chimice a zoofagilor.
- *toxicitatea pesticidelor* față de om şi animale.

13.4. Metode chimice – direcții de studiu

- Pentru diminuarea impactului negativ al controlului chimic menținut ca o componentă a controlului integrat, se impune amplificarea cercetărilor de explorare a mecanismelor acțiunii pesticidelor asupra componentelor mediului fizico-chimic şi biologic.
- ***Directiile de studiu***:
    - investigarea circulației în natură a pesticidelor şi cunoaşterea timpului necesar pentru descompunerea lor în produşi netoxici; de o deosebită importanță sunt cercetările recente privind rolul unor bacterii din sol (*Arthrobacter, Mycobacterium, Flavobacterium, Pseudomonas, Klebsiella, Rhodococcus),* ciuperci (*Gliocladium virens*), în biodegradarea pesticidelor şi a derivaților acestora. Datorită randamentului scăzut al acestor microorganisme s-a pus problema creerii, prin inginerie genetică, a unor suşe de *Escherichia coli, Pseudomonas,* care să aibă capacități catabolice ridicate prin înglobarea, de la mai multe specii, a unor enzime care să catalizeze degradarea pesticidelor;
    - determinarea reziduurilor toxice care se acumulează în produsele alimentare, în apă şi sol;
    - estimarea gradului de acumulare şi concentrare a pesticidelor în lungul lanțurilor trofice;
    - cunoaşterea fitotoxicității diferitelor produse utilizate, a măsurii în care aceste substanțe afectează producerea de pigmenți clorofilieni, fotosinteza, deci în ultimă instanță productivitatea primară;
    - aprecierea efectului toxic al pesticidelor asupra populațiilor zoofagilor, polenizatorilor, vertebratelor, microorganismelor descompunătoare, deci asupra biocenozelor în care sunt folosite;

- cercetări pentru optimizarea dozei de substanță activă din produsele comerciale, a cantităților aplicate la hectar, pentru stabilirea momentului, modului, frecvenței de aplicare, ce asigură concomitent eficiența asupra dăunătorilor şi o oarecare selectivitate față de fauna utilă;
- evitarea apariției şI selectării varietăților rezistente de dăunători prin folosirea unor pesticide cu spectru larg de acțiune, menținerea unui efectiv redus de dăunători, reducerea dozelor şi frecvenței de aplicare, alternarea produselor utilizate, apelarea la metode alternative de control;
- obținerea de noi produse, cu toxicitate şi persistență, scăzute.

14. PROGNOZA ŞI AVERTIZAREA

În ciclul biologic al insectelor dăunătoare există perioade critice, în care indivizii prezintă sensibilitate sporită sau sunt mai expuşi la acțiunea anumitor metode de control. De asemenea, în cadrul sistemului plantă-dăunător apar perioade în care dăunătorul nu produce încă pagube, sau produce dăunări situate cu mult sub pragul economic. Principalul scop al activității de prognoză şi avertizare îl constituie tocmai stabilirea cu anticipație şi cât mai precisă a acestor perioade, în care prin aplicarea unor metode adecvate de control se obține un efect letal maxim, înainte ca dăunătorul să fi produs pagube.

Prin ***prognoză*** se înțelege determinarea anticipată a momentului apariției unui dăunător, a înmulțirii şi creşterii densității numerice a acestuia, într-un anumit areal, elemente care stau la baza unei eventuale acțiuni de control, atunci când ea este justificată din punct de vedere economic. Prognozele se pot realiza pe termen scurt, în cazul speciilor cu ciclu biologic scurt sau poate fi de lungă durată, în cazul speciilor dăunătoare cu ciclu biologic lung (un an sau mai mult) sau când tratamentele trebuie să fie aplicate pe suprafețe mari.

Precizia prognozei este invers proporțională cu durata perioadei pentru care ea se stabileşte şi cu mobilitatea speciei urmărite. În cazul speciilor bune zburătoare, de exemplu, precizia prognozei este mai mică decât la cele care se deplasează prin mers. Concepția modernă în elaborarea prognozelor are în vedere prognoza apariției şi înmulțirii dăunătorilor. Stabilirea şi aprecierea corectă a celor două elemente reprezintă baza teoretică a planificării, organizării şi programelor de management integrat, incluzând tratamente profilactice şi tratamente curative (aplicate înainte ca pagubele produse să aibă importanță economică).

Prognoza apariției în masă a dăunătorilor. În elaborarea prognozelor se ține cont de timp, localizare şi scara spațială, prognozele întocmindu-se pentru un anumit teritoriu şi pentru o anumită perioadă de timp. Luând în considerare timpul, prognozele pot fi de scurtă durată, când estimările se referă la perioade de zile, săptămâni sau luni, şi prognoze de lungă durată, în cazul cărora estimările se referă la perioade de peste un an. Având în vedere lungimea ciclului biologic, se foloseşte şi noțiunea de prognoza pe termen mediu, care acoperă durata unui ciclu biologic, prognozele de scurta durata elaborându-se pentru perioade mai scurte, iar prognozele de lunga durata depăşind în timp durata unui ciclu biologic.

În cadrul prognozei apariției în masă a dăunătorilor, pe lângă momentul apariției stadiului dăunător, trebuie să fie estimată şi densitatea numerică (DN) a acestuia în momentul apariției. Pentru aceasta, în funcție de pragul economic de densitate a populației (PEDP) stabilit pentru fiecare specie, s-au conturat patru clase de estimare: DN - 0 = nu exista risc de atac; DN - mică = risc de atac tolerabil, nu se aplică tratamente; DN - mijlocie = atac moderat, dar riscul este intolerabil şi sunt necesare tratamente; DN - mare = atac puternic, se intervine energic cu tratamente.

Hărțile de răspândire şi prognoză. Hărțile de răspândire zoogeografică reprezintă hărțile unor teritorii date, pe care dăunătorul este prezent. Hărțile de prognoză reflectă densitatea numerică a dăunătorilor sub influenta condițiilor meteorologice şi a activității zoofagilor, pe baza acestor date precizându-se densitatea numerică a dăunătorilor activi şi gradul de atac aşteptat în următoarea perioadă de vegetație.

Pe aceste hărți se marchează zonele în care atacul lipseşte, este slab, mijlociu sau puternic. Hărțile de prognoză întocmite toamna reflectă o prognoză probabilă, iar hărțile de prognoză completate cu situația la zi, la începutul unui nou an agricol reflectă o situație reală, sau foarte apropiată care va apărea în anul agricol început.

În funcție de importanța pe care o au în evoluția populației dăunătoare factorii meteorologici, ca factori care delimitează cadrul general de dezvoltare şi ca factori de fluctuație generală a densității numerice, şi de zoofagi, ca factori de reglare, dăunătorii se

împart în trei grupe: dăunători a căror prognoză se stabileşte pe baza ciclului biologic, dăunători a căror prognoză se stabileşte în funcție de echilibrul biocenotic şi dăunători a căror prognoză se stabileşte în funcție de efectul integrat al factorilor meteorologici şi zoofagilor.

În cazul *dăunătorilor a căror prognoză se stabileşte pe baza ciclului biologic* se prevede data apariției stadiului dăunător pe baza ciclului biologic normal, populația fiind puțin afectată de variația factorilor meteorologici şi de reglare (zoofagilor). Din această categorie fac parte: cărăbuşul de mai (*Melolontha melolontha*), gărgărița cenuşie a sfeclei (*Bothynoderes punctiventris*), rățişoara porumbului (*Tanymecus dilaticollis*), în cazul cărora harta de răspândire corespunde, cu o oarecare aproximație, cu harta de prognoză.
Dăunătorii a căror prognoză se stabileşte în funcție de echilibrul biocenotic sunt specii ale căror populații variază din punct de vedere al densității numerice de la an la an, apariția în masă depinzând de activitatea zoofagilor. Din aceasta categorie fac parte ploşnițele cerealelor (*Eurygaster spp.* şi *Aelia spp.*), a căror densitate numerică este reglata de viespile oofage *Trisolcus spp.* şi *Telenomus spp.*, păduchele lânos (*Pseudococcus spp.*), ale cărui populații sunt reglate de către parazitul *Aphelinus mali*, şi sfredelitorul porumbului (*Ostrinia nubilalis*), ale cărui populații sunt reglate de parazitoizii *Trichogramma spp.*, *Microbracon spp.* sau *Lydella spp* .

În cazul *dăunătorilor a căror prognoză se stabileşte în funcție de efectul integrat al factorilor meteorologici şi zoofagilor* variațiile condițiilor de mediu, accidentele climatice şi activitatea zoofagilor pot determina fie reduceri directe ale densității numerice, fie efecte nefavorabile sau favorabile asupra prolificității, ceea ce se reflecta în evoluția populației. Din această categorie fac parte gândacul ghebos (*Zabrus tenebrioides*), a cărui evoluție este puternic marcată de către condițiile de iernare şi de către zoofagi, eudemisul viței de vie (*Lobesia botrana*) şi viermele prunelor (*Cydia funebrana*), ale căror populații hibernante sunt reduse după ierni aspre şi cu variații mari de temperatură, dar pot deveni numeroase în următoarele generații dezvoltate în cursul sezonului cald, dacă nu intervine activitatea zoofagilor.

Fiecare specie, conform caracteristicilor sale biologice (prolificitate, expunere la fluctuația factorilor de reglare a densității populațiilor e) şi standardului său ecologic (constantele dezvoltării) îşi are limitele sale de răspândire şi dezvoltare în funcție de condițiile concrete existente în arealul pentru care se stabileşte prognoza. De aceea, în elaborarea prognozelor se porneşte de la analiza factorilor climatici şi a fluctuației acestora (accentul principal cazând pe temperatură) şi a celor de reglare a densității numerice a populațiilor (epizootii, zoofagi, starea culturilor etc.).

Prin ***avertizare*** se înțelege stabilirea termenelor pentru intervenția în controlul unui dăunător, termene stabilite în urma elaborării prognozelor, avertizarea fiind de fapt o prognoză de scurtă durată.

În practică, activitatea de elaborare a avertizărilor se realizează de către specialişti calificați care lucrează în cadrul unei rețele dezvoltate de stații de prognoză şi avertizare, care acoperă o anumită regiune. Numărul de stațiuni şi repartizarea lor teritorială se stabileşte astfel încât fiecare să deservească unitățile agricole, care beneficiază de condiții ecologice uniforme, pentru ca avertizările să fie valabile pentru toate acestea.

Pe baza prognozelor întocmite, în funcție de evoluția concreta a condițiilor climatice şi de observațiile asupra evoluției populațiilor de dăunători, se emit buletine de avertizare, indicându-se necesitatea, oportunitatea şi perioadele optime de aplicare a măsurilor de control, precum şi metodele cele mai adecvate. Avertizarea momentelor de control se realizează printr-o varietate de metode specifice, bazate pe trei criterii: biologic, ecologic şi fenologic.

Criteriul biologic de avertizare constă în stabilirea termenelor de control pornind de la anumite particularități şi caracteristici biologice ale speciei urmărite, cum sunt curba de apariție, curba de zbor, începutul apariției stadiului dăunător sau stadiilor mobile, apariția unor faze ale dezvoltării embrionare.

Curba de apariție se trasează pe baza observațiilor rezultate din urmărirea evoluției materialului biologic introdus în cuşti de avertizare, sau pe baza materialului recoltat din

culturi, cu ocazia sondajelor periodice. Prin înscrierea datelor numerice într-un sistem de coordonate rectangulare (abscisa = zilele; ordonata = numărul de indivizi apăruți) se trasează curba, care indică începutul, maximul de apariție şi sfârşitul acesteia, elemente care permit stabilirea perioadelor optime de intervenţie. Avertizări bazate pe caracteristicile curbei de apariție se elaborează pentru speciile la care populațiile trebuie sa fie distruse în stadiul de adult, adultul fiind stadiul dăunător (ploşnițele cerealelor - *Eurygaster spp.* şi *Aelia spp.*, gândacul ovăzului – *Lema melanopa*, rățişoara porumbului - *Tanymecus dilaticollis*, gărgărița cenuşie a sfeclei - *Bothynoderes punctiventris* etc.).

Curba de zbor se trasează în acelaşi mod, însă reprezentarea ei se bazează pe numărul capturilor realizate cu ajutorul unor capcane atractante. În funcție de natura atractantului folosit, curba trasată semnifică evoluția activității propriu-zise de zbor (capcane luminoase), de hrănire pentru maturația sexuală (capcane alimentare) sau de împerechere (capcane cu feromoni). Cunoscându-se corelațiile între aceste activități şi începutul perioadei de dăunare, pe baza caracteristicilor curbei de zbor se pot stabili momentele optime de aplicare a tratamentelor. Avertizările pe baza caracteristicilor curbei de zbor se elaborează pentru specii precum buha semănăturilor – *Agrotis segetum*, buha verzei – *Mamestra brassicae* (capcane luminoase), moliile strugurilor - *Lobesia botrana* şi *Eupoecilia ambiguella* (capcane alimentare), viermele merelor – *Cydia pomonella*, viermele prunelor - *Cydia funebrana* (capcane feromonale) etc.

Începutul apariției stadiului dăunător, care de cele mai multe ori este stadiul de larva, se foloseşte ca element pentru lansarea avertizării în cazul speciilor care depun ouăle pe suprafața organelor care vor fi atacate de către larve, la exterior sau în interior (viermele merelor - *Cydia pomonella*, viermele prunelor - *Cydia funebrana*, molia orientală a fructelor - *Grapholita molesta*, gărgărițele fasolei – *Acanthoscelides obtectus* şi mazării – *Bruchus pisorum*, omizi defoliatoare etc.). Începutul apariției stadiilor mobile se ia în considerare ca moment de avertizare a tratamentelor în cazul păduchilor țestoşi (Sternorrhyncha, Coccoidea) a căror mobilitate este limitată, după apariția stadiului larvar.

Criteriul ecologic de avertizare stabileşte momentele optime de combatere, corelațiile dintre dezvoltarea dăunătorilor şi condițiile ecologice concrete, urmărindu-se în primul rând evoluția temperaturii şi mai puțin evoluția umidității atmosferice. Ceilalți factori au o importanță secundară, realizarea valorilor lor optime favorizând apariția stadiilor de dezvoltare atunci când acestea ar trebui să se producă în funcție de temperatură. Cu cât însă aceştia se abat de la valorile optime pentru dezvoltarea speciei, ei acționează asupra dezvoltării ca factori de frânare.

Din punct de vedere practic pentru avertizare se iau în considerare pragul biologic inferior, constanta termică a speciei şi constantele termice ale diferitelor stadii de dezvoltare (sumele de temperatură efectivă necesare pentru parcurgerea stadiilor sau perioadelor de dezvoltare).

Criteriul fenologic de avertizare ia în considerare coincidența apariției diferitelor stadii de dezvoltare (în special a stadiului dăunător) cu diferite fenofaze ale plantei gazdă, sau a unor plante ,,indicatoare" din cultură sau din flora spontană. Momentul apariției fenofazelor caracteristice, mai uşor de urmărit, reprezintă în acest caz momentul lansării avertizării. De exemplu tratamentele împotriva rățişoarei porumbului (*Tanymecus dilaticollis*) se avertizează când porumbul este în fenofaza de 1-2 frunze, cele împotriva gărgăriței mazărei (*Bruchus pisorum*) la înflorirea acesteia, cele împotriva viespilor cu fierăstrău ale prunelor (*Haplocampa minuta*) la scuturarea a 10-15% din petale la soiurile de prun Tuleu gras, D'Agen şi Vânăt românesc.

Pentru lansarea unor avertizări cât mai precise este necesară integrarea datelor furnizate de către metodele specifice aparținând celor trei criterii, cel biologic fiind obligatoriu.

BIBLIOGRAFIE

Firă, V., Năstăsescu, M. (1977): *Zoologia nevertebratelor*. Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti.

Georgescu, D. (1997): *Animale nevertebrate – morfofiziologie*. Editura Didactică şi Pedagogică, R.A., Bucureşti.

Ghizdavu, I., Paşol, P., Pălăgeşiu, I., Bobîrnac, B., Filipescu, C., Matei, I., Georgescu, T., Baicu, T., Bărbulescu, A. (1997): *Entomologie agricolă*. Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti.

Gullan, P. J., Cranston, P. S. (2000): *The insects, An Outline of Entomology, Second Edition*. Blackwell Science Ltd., London.

Ionescu, M. (1962): *Entomologie*. Editura de Stat Didactica si Pedagogica, Bucureşti.

Ionescu, M., Lăcătuşu, M. (1971): *Entomologie*. Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti.

Ivanov, F., Scăunaşu, D. (2007): *Biologia nevertebratelor*. Editura Printech, Bucureşti.

Manolache, C., Săvescu, A., Boguleanu, Gh., Paulian, F., Balaj, D., Paşol, P. (1969): *Entomologie agricolă*. Editura Agrosilvică Bucureşti.

Matic, Z., Năstăsescu, M., Pisică, C., Solomon, L., Suciu, M., Tomescu, N. (1983): *Zoologia nevertebratelor*. Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti.

Mănescu, B., Ştefan, M. (2005): *Ingineria ecosistemelor agricole*, Editura ASE, Bucureşti. http://www.biblioteca-digitala.ase.ro/biblioteca/carte2.asp?id=468&idb=

Miller, S.A., Harley, J.P. (2002): *Zoology (Fifth Edition)*: The McGraw Hill Companies, New York.

Natali, V. F. (1954): *Zoologia nevertebratelor*. Editura Agro-Silvică de Stat, Bucureşti.

Năstăsescu, M., Suciu, M., Aioanei, F. (1998): *Zoologia nevertebratelor, Manual de lucrări practice, Partea a II-a*. Editura Universităţii din Bucureşti.

Puia, I., Soran, V. (1984): *Ecosistemele naturale şi ecosistemele amenajate*, Buletinul de Ecologie 1, Asociaţia Oamenilor de Ştiinţă din R.S. România, Bucureşti.

Radu, V. Gh., Radu, V. V. (1976): *Zoologia nevertebratelor*, volumul II. Editura Didactică şi Pedagogică, Bucureşti.

Skolka, M. (2002): *Entomologie generală*. Ovidius University Press, Constanța.

Storer, T. I., Usinger, R. L., Stebbins, R. C., Nybakken, J. W. (1979): *General Zoology*. McGraw-Hill Book Company.

Teodorescu, I. (1998): *Insectele*. Editura Petrion, Bucureşti.

Teodorescu, I., Vădineanu, A. (1999): *Controlul populațiilor de insecte*. Editura Universității din Bucureşti.

Teodorescu , I., Vlad Antonie, I. (2008): *Entomologie*. Editura Geea.

Tesio, C. (1997): *Elemente de zoologie*. Editura Universității din Bucureşti.

Uhm, K. B. (1999): *Integrated Pest Management*, Extension Bulletin/Food & Fertilizer Technology Center (ISSN 0379-7587; 470), 10 pp.

*** (1951): *Fauna Republicii Populare Române. Îndrumător Partea I. Protozoare, Viermi, Arthropode.* Editura Academiei R.P.R, Bucureşti.

*** Dobrin, I., *Entomologie*, http://www.horticultura-bucuresti.ro/fisiere/file/ID/Manuale%20ID/Entomologie.pdf

*** OUG 34/2012 pentru stabilirea cadrului instituțional de acțiune în scopul utilizării durabile a pesticidelor pe teritoriul României